~~Ph. 1911.~~ 6.

~~Phys. gen. 435~~

Physica. Systemata & methodi
191.

Phys. g. 144. (1

Fiche

R

Ph. 1911. a

G. Gregory's
Haushaltung der Natur
dargeſtellt
nach den neuern
Entdekkungen und Verſuchen.

Aus dem Engliſchen mit Anmerkungen
des
Herrn D. Karl Gottlob Kühn,
Prof. der Heilkunde auf der Univerſität zu Leipzig.

Herausgegeben
von
D. Chriſtian Friedrich Michaelis,
Arzt am Johannishoſpital daſelbſt.

Erſter Band.

Nürnberg,
in der Raspeſchen Buchhandlung. 1798.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Der Mangel an einem populären Werke über die Naturlehre im weiteſten Sinne, welches als Einleitung in die Naturgeſchichte dienen, für die Faſſungskraft des großen Publikums die allgemeinen Geſetze und Wirkungen der Natur erklären, und eine gedrängte Ueberſicht der Entdeckungen der Neuern über dieſe wichtigen Gegenſtände gewähren konnte, veranlaßte mich zuerſt, die Ausarbeitung dieſer Schrift zu übernehmen.

Es ſind bereits viele Jahre verfloſſen, daß ich den Plan dazu entwarf. Das Werk ſollte anfangs heißen, Philoſophie der Naturgeſchichte. Dieſen Titel hat mir ſeitdem ein andrer Schriftſteller weggenommen; aber mein Plan iſt, ob ich ihn gleich ſchon längſt dem Publikum ſehr ausführlich bekannt gemacht habe, noch von keinem andern ausgeführt worden, und an einem ſolchen Werke fehlt es jetzt noch immer ſo ſehr, als da ich zuerſt den Gedanken, daſſelbe auszuarbeiten, faßte.

Gewißheit von Vermuthung zu unterſcheiden iſt die ſchwerſte Arbeit des Gelehrten; eine Arbeit, zu deren Ausführung nur Wenige Muſe, Standhaftigkeit, oder Aufmerkſamkeit beſitzen. Bey dem gegenwärtigen unvollkommenen Zuſtande unſerer Kenntniſſe würde ich, wenn ich von Gewißheit ſprechen wollte, vielleicht die Nachforſchungen des menſchlichen Geiſtes in allzu enge Gränzen einſchränken; und Wahrſcheinlichkeit ſcheint mir der ſchicklichere Ausdruck, welcher gewiß keinen unbedeutenden Theil unſerer Entdeckungen in der Natur umfaßt. Mein erſter Entzweck war folglich das Wahrſcheinliche von dem Eingebildeten zu unterſcheiden;

und wenn ich nicht fürchtete, für zu anmaßend gehalten zu werden, ſo würde ich hinzuſetzen: das Nützliche vom blos Speculativen abzuſondern. Ich habe bemerkt, daß in allen Wiſſenſchaften die hauptſächlichſten Schwierigkeiten aus gewiſſen ſtreitigen Punkten herrühren, welche an und für ſich von geringer Bedeutung ſind, und ſich überdies, weil ſie nicht auf unwiderſprechlichen Zeugniſſen beruhen, nicht leicht begreifen laſſen.

In dieſem Werke viel Neues erwarten, wäre ſoviel, als ſich viel Falſches und Abgeſchmacktes verſprechen. Ein Mann, ſelbſt mit den unvergleichlichen Talenten eines Newtons, kann ſein ganzes Leben hindurch nur wenige bedeutende Entdeckungen machen; und nach der anhaltenden Arbeit von vielen Jahrhunderten wäre es in der That etwas außerordentliches, wenn von demjenigen, was wirklich wahr iſt, noch viel zu entdecken übrig geblieben wäre. Iſt es mir gelungen, die Beobachtungen anderer in ein helles und deutliches Licht zu ſetzen, und die Hauptwahrheiten in den verſchiedenen Zweigen der Naturlehre in einer lichtvollen Ordnung vorzutragen: ſo habe ich etwas nicht gemeines geleiſtet; aber ich

darf mir nicht ſchmeicheln, daß dieſes Ziel von mir erreicht worden iſt.

So unvollkommen aber auch immer das Werk, wie ich nicht leugne, ſcheinen mag, ſo iſt es doch die Arbeit einiger der ſchönſten Jahre meines Lebens, und ich habe dabey die Unterſtützung einiger gelehrten und vortreflichen Freunde genoſſen, deren Güte ich in der Folge ausführlicher rühmen werde. Diejenigen welche zu klagen geneigt ſeyn möchten, daß nicht mehr geleiſtet worden iſt, bitte ich nur die Schwierigkeit der Arbeit zu erwägen, und ich ſchmeichle mir, daß ſie einem Verſuche, bey welchem zu mißlingen ſelbſt größern Talenten, als die meinigen ſind, verzeihlich ſeyn dürfte, eine gütige Aufnahme ſchenken.

Ich habe mich bemüht, das ganze Buch der Natur meinen Leſern offen darzulegen. Ich fange mit den erſten Grundſätzen der Phyſik, den Geſetzen der Materie und Bewegung an, und zähle zuvörderſt die einfachſten oder Elementar-Subſtanzen auf. Hierauf erkläre ich die Natur und die Erſcheinungen des thätigſten und

feinſten aller Elemente, der Wärme oder Feuermaterie, welche mit allen andern Subſtanzen ſo innig verbunden iſt. Dann folgt die Theorie des Lichtes und der Farben, welche mit dem vorhergehenden Gegenſtande unmittelbar zuſammenhängt; und alsdann eine kurze Abhandlung von der Elektrizität. Die verſchiedenen Luftarten und die atmoſphäriſchen Erſcheinungen werden zunächſt abgehandelt. Dann kommt eine Beſchreibung der Erde und des Mineralreichs, und der merkwürdigſten damit in Verbindung ſtehenden Phänomene, dergleichen feuerſpeiende Berge, Erderſchütterungen u. ſ. w. ſind. Die Natur und Zuſammenſetzung des Waſſers mit einer kurzen Nachricht von Mineralwaſſern und den allgemeinen Eigenſchaften dieſer Flüßigkeit nehmen die nächſte Stelle in dem Werke ein.

Von dieſen Gegenſtänden gehe ich zu den ſogenannten Pflanzenreiche über, indem ich darunter alles zuſammenfaſſe, was wir von der Natur und der Theorie der Vegetation wiſſen. Hierauf folgt die thieriſche Oekonomie; und damit ſo wenig als möglich an einem vollſtändigen Curſus der Elementarkenntniſſe fehlen möchte, habe ich das Werk mit einem kurzen Grundriſſe über den menſch-

lichen Geiſt beſchloſſen. Dieſer letztere Theil hängt eigentlich mit meinen hiſtoriſchen und moraliſchen Verſuchen zuſammen, welche vor einigen Jahren erſchienen ſind, und welche die Grundzüge meiner Theorie über die moraliſche und politiſche Philoſophie enthalten.

Es iſt mein Wunſch geweſen, dieſes Werk für Ungelehrte ſo deutlich und verſtändlich als nur immer möglich zu machen. Dies hat mich zu Wiederhohlungen derſelben Grundſätze und Beobachtungen genöthigt, weshalb ich mich bey meinen gelehrten Leſern vertheidigen zu müſſen glaube. Da ich mich gewiſſermaßen mein ganzes Leben hindurch mit der Erziehung junger Leute beſchäftiget habe, ſo weiß ich aus Erfahrung, wie nothwendig es iſt, die Aufmerkſamkeit ſolcher Perſonen mehr als einmal auf bereits bewieſene und feſtgeſetzte Grundſätze zurück zu führen, damit ſie den Vortrag völlig begreifen lernen. Ueberdies läßt ſich die Geſchichte verſchiedener Wiſſenſchaften nicht vortragen, ohne vieler Thatſachen und Beobachtungen beiläufig zu gedenken; und dennoch wird es unumgänglich nothwendig, dieſe Beobachtungen bey einer weitläuftigern Abhandlung dieſer Wiſſenſchaften

ausführlicher zu beſtätigen, zu erläutern und anzuwenden.

Ich habe die Aſtronomie nicht mit in meinen Plan gezogen, weil ich Grund zu haben glaubte, meine Ueberſicht der Natur auf unſre Erdkugel einzuſchränken, und weil, da man Derhams, Ferguſon's und Bonnycaſtle's Schriften über dieſen Gegenſtand leicht haben kann, an guten und populären Werken dieſer Art kein Mangel iſt. Von der Mechanik handle ich nur wenig, weil die Zuſammenſetzung der Maſchinen eher ein Werk der Kunſt, als der Natur iſt; *) und wo ich, um irgend einen Grundſatz zu erläutern, genöthigt geweſen bin, gewiſſe hinlänglich bekannte Maſchinen zu beſchreiben, habe ich aus dieſer Urſache oftmals die Beſchreibung aus einem populären Schriftſteller entlehnt.

*) Der Leſer findet alle dieſe Gegenſtände und überhaupt faſt alles, was ſich auf die ſogenannte Experimentalphyſik bezieht, in Nicholſon's ſehr nützlicher und genauer Einleitung in die Naturlehre vortreflich erklärt.

Fragt man, für welche Leſer dieſes Werk eigentlich beſtimmt ſey, ſo antworte ich, für alle diejenigen, welche einen rühmlichen Trieb in ſich fühlen, eine allgemeine Ueberſicht der Natur zu bekommen, inſonderheit für alle diejenigen, welche die Elemente und Grundſätze der Naturlehre einzuſehen wünſchen. Meines Erachtens möchte dieſes Werk auch angehenden Aerzten nützlich ſeyn, da es als eine faßliche Einleitung in die Naturlehre überhaupt dienen kann, und da es die erſten Grundſätze der Chemie und Phyſiologie insgeſammt enthält. Bey dem aufgeklärtern Theile des andern Geſchlechts wird, wie ich mir wohl ſchmeicheln darf, mein Werk eine um ſo günſtigere Aufnahme finden, da ich wirklich zur Abſicht gehabt habe, bey der Ausarbeitung deſſelben beſonders für ihre Unterhaltung und Belehrung zu ſorgen; und ich verſichere hiermit öffentlich, daß ſich in dem Ganzen nicht ein einziger Ausdruck findet, welcher ſelbſt das zarteſte und beſcheidenſte Ohr mit Gruud beleidigen könnte.

Manchen Leuten, welche, wie ich zu erinnern nicht umhin kann, mehr Eifer als Einſicht beſitzen, mögen wohl dergleichen Beſchäftigungen mit dem Charakter eines Geiſtlichen und dem Studium der Theologie, einer,

wie ich nicht leugne, ſo weitläuſtigen Wiſſenſchaft, daß ſie das ganze Leben eines Menſchen beſchäftigen kann, unvereinbar ſcheinen. Als Antwort hierauf könnte ich blos den Umſtand anführen, daß ich noch nie im Stande geweſen bin, durch die Ausübung meines theologiſchen Amtes mir und meiner Familie eine hinlängliches Auskommen zu verſchaffen; und es ſcheint mir hart, die ganze Aufmerkſamkeit eines Mannes auf Beſchäftigungen einzuſchränken, welche ihn nicht in den Stand ſetzen, ſeine und der Seinigen Bedürfniſſe zu befriedigen. Indeſſen ſteht der größte Theil meiner frühern Schriften, ſelbſt meine Verſuche nicht ausgenommen, mit dem Charakter eines Theologen in unmittelbarer Verbindung. Allein ich gründe meine Vertheidigung nicht blos auf dieſen Umſtand, ſondern ich erinnere noch, daß ich durch die Herausgabe dieſes Werkes der Sache der Religion eben ſo weſentlich diene, als wenn ich mich mit der Ausarbeitung einer theologiſchen Schrift beſchäftigt hätte. Nächſt dem Studium der heiligen Schrift giebt es keines, welches den menſchlichen Geiſt ſo geraden Weges zu der Kenntniß ſeines Schöpfers zu führen ſcheint, als das Studium der Natur. In einem Zeitalter, da der Atheismus von einigen öffentlich gelehrt, und von andern in Geheim,

nur mit zu großer Emſigkeit verbreitet wird, kann ich daher nicht umhin, die Hoffnung zu nähren, daß ein Werk, wie das gegenwärtige, manche gute Wirkung hervorbringen wird, und ob ich es gleich nicht, wie ein berühmter Naturforſcher unter den Theologen, eine Phyſiko-Theologie genennt habe, ſo wird doch der Leſer leicht einſehen, daß dieſe Anwendung der Naturgeſchichte nicht vergeſſen worden ſey.

Da ich wenig Urſache habe, von dem Glücke meines Lebens berauſcht zu ſeyn, und da ich mich derjenigen Periode meiner Jahre nähere, wo ein Mann in dieſer Welt wenig zu hoffen und zu fürchten hat, ſo fühle ich, daß ich mit Offenheit und ohne Verſtellung ſagen kann, ich ſey für literariſchen Ruhm nicht außerordentlich beſorgt. Indeſſen kann ich nicht bergen, daß ich bey dieſer Gelegenheit gern, wenn es möglich wäre, die Strenge der Kritik zu mildern ſuchen möchte. Theils weil ich es gern ſehe, daß, da meine ſehr eingeſchränkten Umſtände mir nicht verſtatteten, das Werk auf meine Koſten drucken zu laſſen, mein Verleger keinen Schaden davon hätte, theils, weil ich wünſche, daß meine Freunde, welche mich bey dieſer Arbeit großmüthig unterſtützt haben,

weder durch die Härte der Kritik, noch durch die Erfüllung meiner Bitten Mißfallen empfinden mögen.

Es iſt noch übrig dieſen Freunden Gerechtigkeit widerfahren zu laſſen. Ehre dem zu leiſten, welchem Ehre gebührt, und Lob dem, welchem Lob gebührt, iſt nicht nur überhaupt die Pflicht eines Chriſten, ſondern überhaupt die eines jeden ehrlichen Mannes. In dem optiſchen Theile dieſes Werkes verdanke ich ſehr viel einem Manne von allgemein bekannten und ausgezeichneten Fähigkeiten, welcher eine Reihe Jahre hindurch die verſchiedenen Theile der Naturlehre öffentlich vorgetragen hat, von welchem ich aber keine Erlaubniß habe erhalten können, ihm hier meinen Dank auf eine beſtimmtere Weiſe abzuſtatten. Faſt den ganzen Theil der thieriſchen Oekonomie verdanke ich meinem ſchätzbaren und gelehrten Freunde, Doktor *Belcher* aus Maidſtone. Derſelbe Gelehrte hat mir in der Mineralogie und dem Pflanzenſyſteme, ſo wie in Rückſicht der Durchſicht und Verbeſſerung verſchiedener anderer Theile ſehr weſentliche Dienſte geleiſtet. Es würde mir unmöglich ſeyn, die Schriftſteller, aus welchen ich meine Materialien entlehnt habe, einzeln aufzuführen; ich habe mich auf meine Quellen

ſo oft bezogen, als es mit Schicklichkeit geſchehen konnte. In einigen Fällen waren die Citate beim Abſchreiben meiner Original-Aufſätze vergeſſen worden; und in andern waren die Thatſachen allgemein bekannt und in einer großen Menge von Schriften verbreitet.

Chapelſtreet, Bloomsbury, den 30. Junius 1796.

Vorerinnerung
des
deutſchen Herausgebers.

Gregory iſt dem Freunde der Literatur und der Philoſophie bereits durch mehrere, in ihrer Art ſchätzbare Schriften, und nur noch im Jahr 1792 durch die in zwey Bänden veranſtaltete Ausgabe ſeiner Hiſtorical and Moral Philoſophical and Literary Eſſays rühmlichſt bekannt.

Im gegenwärtigen Werke durchſpäht er mit philoſophiſchem Geiſt die Werkſtätte der Natur, und verfolgt die Spuren ihrer geheimſten Wirkſamkeit. Von den Elementen überhaupt geht er zu ihren Erzeugniſſen, von den Reichen der Natur zu ihrem größten Meiſterwerk dem Menſchen, über, welcher ſeine Aufmerkſamkeit in der andern Hälfte des dritten Bandes anhaltend beſchäftigt.

Das Reſultat ſeiner mühſamen, überall durch die neuern Entdeckungen geleiteten, Nachforſchungen iſt die wundervolle Harmonie, durch welche einzeln ſich wider-

ſtreitende Urkräfte, zum großen Weltbau, in ihrer Wirkungsart ſich voll Eintracht verbinden.

Die Schrift erſchien zu London im Jahr 1796 in drey Bänden in Octav unter dem Titel: The Oeconomy of Nature explained and illuſtrated on the principles of modern philoſophy; mit 46 Kupfertafeln.

Die Ausarbeitung des Erſten Bandes hat der durch mehrere in dem Fache der Phyſik und insbeſondre der Elektrizität mit Beifall unternommene gelehrte Arbeiten rühmlichſt bekannte Herr D. Kühn mit zweckmäßigen Anmerkungen verſehen, die den Werth derſelben vermehren, und dem ganzen Unternehmen diejenige Aufnahme zuſichern werden, auf welche daſſelbe Anſpruch zu machen hat, und welche ihm beſage der critiſchen Zeitſchriften bey dem engliſchen Publikum allgemein widerfahren iſt.

Der zweite und dritte Band werden in den nächſten Hauptmeſſen gewiß geliefert werden.

Leipzig, den 1. März 1798.

Inhalt.

Inhalt.

Erſtes Buch.
Allgemeine Eigenſchaften der Materie.

Erſtes Kapitel.
Von der Materie im Allgemeinen.

Erklärung der Ausdrücke. — Ob alle Materie im Grunde die nämliche ſey. — Allgemeine Eigenſchaften der Materie. — Menge der Materie im Univerſum.

Zweytes Kapitel.
Von den Elementen.

Meinungen der Alten hierüber. — Neue Eintheilung derſelben. — Aufzählung von einfachen Subſtanzen nach der neuern Naturlehre. — Luftförmige Subſtanzen. — Erden. — Metalle.

Drittes Kapitel.
Von der Ausdehnung, Solidität und Theilbarkeit der Materie.

Ausdehnung, die einzige weſentliche Eigenſchaft der Materie. — Solidität was? — Theilbarkeit ins Unendliche. — Thierchen, welche unſern Sinnen unbemerkbar ſind. — Auſſerordentliche Feinheit des Lichts. — Newtonianiſches Paradoxon.

)(

Inhalt.

Viertes Kapitel.

Von der Anziehung und Zurückſtoßung.

Fünf Arten der Anziehung. — Zuſammenhang. — Verbindung. — Kryſtalliſation erklärt. — Schwere. — Specifiſches Gewichte was? — Magnetiſche und elektriſche Anziehung. — Zurückſtoßung.

Fünftes Kapitel.

Von der Bewegung und Ruhe.

Newton's Theorie von der Bewegung und Ruhe. — Trägheit. — Geſetze der Bewegung.

Sechstes Kapitel.

Von dem Magnetismus.

Von den natürlichen und künſtlichen Magneten. — Magnetiſche Kräfte. — Anziehung. — Zurückſtoßung. — Polarität. — Abweichung. — Härten der Magnetnadel. — Mittheilung der magnetiſchen Kraft.

Zweytes Buch.

Von der Natur des Feuers.

Erſtes Kapitel.

Geſchichte der Entdeckungen in Abſicht auf Feuer und Hitze.

Meinungen der Alten. — Bacon's, Boyle's und Newton's. — Homberg's, 'sGraveſande's und Lemery's. — Erfindung der Wärmemeſſer. — Boerhaave's Meinung. — Große Entdeckung des D. Black's.

Zweytes Kapitel.

Vom Feuer (caloric) und ſeinen Eigenſchaften.

Unterſuchung, ob Hitze oder Feuer eine Subſtanz oder eine Eigenſchaft ſey. — Feuer, eine Subſtanz. — Anwendung dieſer Lehre. — Aehnlichkeit zwiſchen Hitze und Licht. — Einwendungen. — Eigenſchaften des Feuers oder des Caloric's: Kleinheit ſeiner Theilchen: es wird von allen Körpern angezogen. — Leitende Kräfte verſchiedener Körper. — Urſache der Flüßigkeit. — Warum durch aufgeſchütteten Kalk und durch verſchiedene Miſchungen kalter Subſtanzen Hitze hervorgebracht wird. — Das Frieren des Waſſers am Feuer erklärt. — Feuer, der elaſtiſchſte aller Körper.

Drittes Kapitel.

Von der Ausdehnung.

Verſuche, um die ausdehnende Kraft des Feuers oder Caloric's zu beweiſen. — Inſtrumente zur Meſſung der Hitzgrade. — Thermometer. — D. Black's Methode, hohe Grade von Hitze zu meſſen. — Wedgwood's Methode.

Viertes Kapitel.

Von der Flüſſigkeit.

Das Caloric iſt die Urſache ſowohl der Ausdehnung, als der Flüſſigkeit. — Erſcheinungen an Körpern, welche aus einem feſten Zuſtande in einen flüßigen, und umgekehrt übergehen. — Erklärung der heftigen Kälte auf der ſüdlichen Halbkugel. — Unterſchied zwiſchen Ausdehnung. Flüſſigkeit. — Erläuternde Verſuche der Lehre von der latenten Hitze.

Fünftes Kapitel.

Vom Kochen, von Dämpfen u. ſ. w.

Elaſtiſche Flüſſigkeiten von gemeinen Flüſſigkeiten unterſchieden. — Specifiſches Gewicht des Dampfes. — Auf welche Art D. Black auf ſeine Theorie von der latenten Hitze geleitet wurde. — Auſſerordentliche Kraft des Dampfes. — Kochen. — Alle Flüſſigkeiten kochen im leeren Raume bey

einer geringern Temperatur, als wenn die Atmoſphäre darauf druckt. — Verſuche. — Erklärung der Erſcheinungen beym Kochen und Verdampfen. — Warum Waſſer eine Flamme auslöſcht. — Von freyen Stücken erfolgende Ausdampfung. — Erſcheinungen des Thaues, Nebels u. ſ. w.

Sechstes Kapitel.

Vom Glühen und Verbrennen.

Glühen was? wie es hervorgebracht werde. — Brennen des Phoſphorus. — Entzündliche Luft. — Küchenfeuer. — Lampen u. ſ. w. — Warum die Flamme aufwarts ſteigt. — Theorie der Argandſchen Lampe. — Die beſte Form von Roſten, Oefen u. ſ. w. — Verbrennung, durch einige Subſtanzen ohne Zutritt der atmoſphäriſchen Luft hervor gebracht. — Schießpulver ꝛc. — Eiſen, wie ein Licht, zum brennen zu bringen. — Von freyen Stücken entſtehendes Glühen. — Sonderbare Thatſachen. — Menge von Hitze, welche beym Schmelzen verſchiedener Körper hervor gebracht wird. — Skale der Hitze.

Drittes Buch.

Von Licht und vom Farben.

Erſtes Kapitel.

Geſchichte der Entdeckungen, das Licht u. ſ. f. betreffend.

Meinungen der Plateniker. — Des Ariſtoteles. — Des Alhazen. — Des Roger Baco. — Die Erfindung der Brillen. — Das Buch des Maurolycus de viſu. — Weites und kurzes Geſicht. — Grund, warum das Bild der Sonne rund erſcheint, ungeachtet die Strahlen durch eine eckige Oeffnung hindurch gehen. — Erfindung der dunkeln Kammer. — Fletſchers Vermuthungen über den Regenbogen. — Erfindung des Teleſkops. — Man legt ſie dem Zacharias Janſon bey. — Galileo. — Kepler. —

Erfindung des Mikroſkops. — Tycho de Brahe. — Wiederherſtellung der verzogenen oder verzerrten Bilder. — Snellius und Hortenſius. — Des Cartes. — Scheiner. — Entdeckte Geſchwindigkeit des Lichts. — Boyle's Entdeckungen mit Farben. — Grimaldi. — Gregory. — Newton: ſeine Entdeckungen in Anſehung der Farben. — Von der Refrangibilität. — Bologneſer Leuchtſtein. — Balduin's Phosphorus ꝛc. — Bradley. — Bouguer. — Melville. — Dollond. — Delamotte. — Delaval.

Zweytes Kapitel.

Von der Natur des Lichts.

Verſchiedene Meinungen von der Wirkung des Lichts. — Theorie von einem zitternden Medium, welches des Cartes annahm ꝛc. — Einwendungen gegen dieſe Theorie. — Licht beſteht aus unendlich kleinen, von dem leuchtenden Körper ausſtröhmenden Theilchen. — Unterſuchung in Anſehung der Identität des Lichts und Feuers. — Boyle's Verſuche. — Warum Licht nicht allezeit mit Hitze verbunden iſt. — Geſchwindigkeit des Lichts. — Geradlinichte Bewegung des Lichts. — Dünnheit der Lichtmaterie. — Stärke oder Moment des Lichts. — Mitchells Verſuch. — Unterſuchung, in wie weit die Größe der Sonne durch die Ausſtröhmung der Lichtſtrahlen vermindert worden iſt. — Die Lichtmaterie iſt den gewöhnlichen Geſetzen der Natur unterworfen. — Licht wird von dem Bologneſer Leuchtſtein angezogen. — Eben dieſe Eigenſchaft beſitzen die Diamanten und andere Edelſteine. — Brechen der Lichtſtrahlen. — Zurückwerfen der Lichtſtrahlen. — Theorie der Farben.

Drittes Kapitel.

Von dem Zurückwerfen der Lichtſtrahlen (reflexio.)

Der Zurückwerfungswinkel (angulus reflexionis) iſt dem Einfallswinkel (ang. incidentiae) gleich. — Zurückwerfen von ebenen Oberflächen. — Von ſphäriſchen Oberflächen. — Erklärung der Erſcheinungen der Hohlſpiegel. — Von Entwerfung der Figuren, welche dieſe Hohlſpiegel vor dem

Glaſe machen. — Gebrauch der Convexſpiegel für Reiſende.

Viertes Kapitel.

Von der Brechung der Lichtſtrahlen (refractio.)

Brechung der Lichtſtrahlen was? — Geſetze der Brechung. — Das Verhältniß der Brechung in Rückſicht auf verſchiedene Subſtanzen. — Wie die Lage der Gegenſtände, durch verſchiedene Media hindurch geſehen, beſtimmt wird? — Wie weit die Lage der Gegenſtände ſcheinbar durch die Brechung der Lichtſtrahlen, welche gemeines Fenſterglas verurſacht, verändert wird? — Brechung durch ſphäriſche Oberflächen.

Fünftes Kapitel.

Von Glaslinſen.

Gläſer zur Verbeſſerung und Unterſtützung des Geſichts. — Verſchiedene Formen der Glaslinſen. — Wirkungen, welche von dieſen verſchiedenen Formen herrühren. — Doppelt convexe und concave Linſen. — Planconvexe und planconcave Linſen. — Wie der Brennpunkt einer Linſe beſtimmt wird? — Brennpunkt von Lichtſtrahlen, welche aus einem Punkte aus einander fahren, und durch eine Glaslinſe hindurch gehen. — Brennpunkt einer Kugel.

Sechstes Kapitel.

Vom Sehen und von Augengläſern.

Das Auge als eine optiſche Maſchine beſchrieben. — Fehler des Auges. — Kurzes und weites Sehen. — Erſterer Fehler durch doppelt concave Gläſer, letzterer durch doppelt convexe verbeſſert. — Wie das Sehvermögen ohne Fehler erhalten wird. — Die ſcheinbare Größe hängt von der Entfernung der Gegenſtände ab. — Sehwinkel. — Auf welche Art Augengläſer das Sehen befördern.

Siebentes Kapitel.

Sehen durch Fernröhre und Vergrößerungsgläſer.

Grundſätze, nach welche dieſe Inſtrumente zuſammen geſetzt werden. — Fehler derſelben. Das Fernrohr des Galileo. — Vergrößerungsgläſer. — Reflectirende Teleſkope — Finſtere Kammer. — Zauberlaterne.

Achtes Kapitel.

Von der verſchiedenen Refrangibilität der Lichtſtrahlen und Farben.

Fehler und Unbequemlichkeiten an optiſchen Inſtrumenten von der Brechbarkeit des Lichts. — Newton entdeckte, als er ſich dieſen Fehlern abzuhelfen bemühte, eine neue Eigenſchaft des Lichtes. — Erſcheinungen und Urſache der Farben. — Achromatiſche Fernröhre. — Das Auge, ein achromatiſches optiſches Inſtrument. — Verſuche mit Farben. — Urſache der dauerhaften Farbe undurchſichtiger Körper.

Neuntes Kapitel.

Vom Regenbogen und andern merkwürdigen Erſcheinungen des Lichts.

Vom Haupt- und Nebenregenbogen. — Weswegen dieſe Naturerſcheinung die Geſtalt eines Bogens annimmt? — Unter welchen Winkeln die verſchiedenen Farben ſichtbar werden. — Mondregenbogen. — Seebogen. — Farbige Bogen, welche man auf dem feſten Lande ſieht. — Höfe (halones). — Sonderbare Erſcheinungen, welche auf den Gipfeln der Cordilleras beobachtet worden ſind. — Aehnliche Erſcheinungen in Schottland. — Nebenſonnen (parhelia).

— Sonderbare Monderſcheinung. — Blaue Farbe der Atmoſphäre. — Morgen- und Abendroth. — Farbe der See.

Zehntes Kapitel.

Von der Beugung des Lichtes.

Ueberblick der Lehre von der Zurückwerfung der Lichtſtrahlen. — Natur der Beugung des Lichts (inflexio). — Newtons Verſuche. — Analogie zwiſchen dieſer Eigenſchaft und der Brechung der Lichtſtrahlen. — Sonderbare Wirkungen, welche von dieſer Eigenſchaft abhängen.

Viertes Buch.

Von der Elektrizität.

Erſtes Kapitel.

Geſchichte der Entdeckungen in der Lehre von der Elektrizität.

Entſtehung des Nahmens. — Wie weit die Elektrizität den Alten bekannt war. — Boyle — Otto Guericke. — Dr. Wall. — Hawkſbee. — Grey's Entdeckungen. — Dufay's Entdeckungen. — Grey's nachfolgende Entdeckungen. — Erweiterungen dieſer Lehre durch deutſche Naturforſcher. — Leidner Flaſche. — Elektriſche Batterie. — Spiritus, mittelſt der durch die Temſe hindurch geführten Elektrizität entzündet. — Zwey Arten der Elektrizität entdeckt. — Dr. Franklin's große Entdeckungen.

Zweytes Kapitel.

Allgemeine Grundſätze der Elektrizität.

Aehnlichkeit zwiſchen dem Caloric, oder Feuer und der elektriſchen Materie. — Die Beweiſe der Gegenparthey. — Vermuthungen, die Natur der elektriſchen Materie betreffend. — Mittel, die elektriſchen Erſcheinungen hervor zu bringen. — Leiter und Nichtleiter. — In der Elektrizität angewendete Inſtrumente.

Drittes Kapitel.

Von der Glas- und Harz- oder der poſitiven und negativen Elektrizität.

Unterſchied unter den anziehenden Kräften gewißer elektriſchen Körper. — Dieſe Wirkungen hängen nicht von der Natur der Subſtanz, ſondern von der Rauhheit und Glattheit der Oberfläche ab. — Theorie von zwey verſchiedenen elektriſchen Flüßigkeiten. — Franklin's Theorie. — Schwierigkeiten in Anſehung dieſer Theorie.

Viertes Kapitel.

Die Leidner Flaſche, elektriſche Batterie und andere Theile des elektriſchen Apparats.

Theorie der Leidner Flaſche. — Gebrauch dieſes Inſtruments in der Elektrizität. — Beſchreibung des beſten Apparats dieſer Art. — Die Ladung hat im Glaſe ihren Sitz. — Unterhaltende Verſuche mit der Leidner Flaſche. Elektriſche Batterie. — Unterricht in Anſehung dieſes Apparats. — Verſuche mit der elektriſchen Batterie. — Elektriſches Glockenſpiel. — Elektrophor. — Elektrometer.

Fünftes Kapitel.

Allgemeine Wirkungen der Elektrizität.

Erſcheinungen des elektriſchen Anziehens und Abſtoßens. — Elektriſche Atmosphären — Verſchiedene Wirkungen verſchiedener Subſtanzen. — Elektriſcher Zuſammenhang. — Verſuche mit ſeidnen Strümpfen. — Von der Ausdünſtung flüßiger Körper. — Vegetation. — Thieriſche Ausdünſtung. — Entzündung chemiſcher Geiſter. — Thiere, durch die Elektrizität getödtet. — Unterhaltende Erſcheinungen im leeren Raume. — Wiederholung der Grundſätze.

Sechstes Kapitel.

Vom Donner und Bliß, von Meteoren, Waſſerhoſen ꝛc.

Theorie des Blitzes. — Beſchreibung eines Donnerwetters. — Beobachtungen über die Elektrizität der Atmosphäre. — Kaltes Schmelzen der Metalle, ein gemeiner Irrthum. — Blitzableiter. — Wie man bey einem Donnerwetter ſicher ſeyn kann. — Anwendung der Elektrizität auf andre atmosphäriſche Erſcheinungen. — Regen. — Hagel. — Schnee. — Meteore. — Waſſerhoſen.

Siebentes Kapitel.

Mediciniſche Elektrizität.

Erklärung des Abt Nollet's über dieſen Gegenſtand. — Adams, ein Vertheidiger der mediciniſchen Elektrizität. — Art und Weiſe, von ihr Gebrauch zu machen. — Krankheiten ꝛc. in welchen die Elektrizität angewendet werden kann. — Der ſchicklichſte Apparat zu mediciniſchen Abſichten.

Fünftes Buch.

Von der Luft.

Erſtes Kapitel.

Geſchichte der Entdeckungen in der Lehre von der Luft.

Unbeſtimmte Begriffe der ältern Scheidekünſtler. — Van Helmont. — Stick- und Feuerdampf. — Boyle. — Entdeckungen von Hales. — Von D. Prieſtley. — Von Cavendiſh. — Von Lavoiſier. — Lebens- oder dephlogiſtiſirte Luft, von Prieſtley entdeckt. — Die Zuſammenſetzung des Waſſers und der Salpeterſäure von Cavendiſh entdeckt.

Zweytes Kapitel.

Von Sauerſtoff-Gas (Gas oxygene), oder der reinen, Lebens-Empyreal- oder dephlogiſtiſirten Luft.

Erklärung der Ausdrücke. — Gründe für die verſchiedenen, dieſer Flüßigkeit beygelegten Nahmen. — Wie ſie erzeugt wird. — Aus Metallkalken. — Durch die Vegetation. — Aus dem Waſſer. — Eigenſchaften des Sauerſtoffs. — Ein mächtiges Wirkungsmittel in dem Syſtem der Natur. — Wie unumgänglich nöthig zur Unterhaltung des Lebens und der Flamme. — Mannigfaltige, von der Natur eingeſchlagene Wege, dieſe Flüßigkeit zu erſetzen.

Drittes Kapitel.

Vom Stickgas (Gas azotique) oder der phlogiſtiſirten Luft.

Stickgas iſt der zum Athemhohlen untaugliche Theil der Atmoſphäre. — Wie es erzeugt wird. — Die Fiſchblaſen

ſind mit demſelben angefüllt. — Seine Eigenſchaften. — Stickſtoff (Azote) die Baſis der Salpeterſäure.

Viertes Kapitel.

Fixe Luft oder kohlengeſäuertes Gas (Gas carbonique).

Die Grundlage dieſer Luft iſt die Elementarmaterie der Kohle. — Verbunden mit Säureſtoff. — Wege, dieſe Luft hervor zu bringen. — Gährung. — Menge der in verſchiedenen Arten von Weinen enthaltenen fixen Luft. — Stickdampf. — Eigenſchaften der fixen Luft. — Große ſpecifiſche Schwere. — Kann, wie Waſſer, aus einem Gefäße in das andere übergefüllt werden. — Widerſteht der Fäulniß.

Fünftes Kapitel.

Entzündliche Luft, oder Waſſerſtoff-Gas (Gas hydrogene.)

Dieſe Luftart bildet die Grundlage des Waſſers. — Verhältniß des Waſſerſtoff- und Sauerſtoff-Gas, welche zur Bildung des Waſſers nöthig ſind. — Mittel, entzündliche Luft zu erzeugen. — Irrlichter. — Feuerdampf in Bergwercken. — Die leichteſte aller Flüßigkeiten. — Bemerkungswerthe Eigenſchaften. — Gebrauch derſelben zu Luftbällen. — Sonderbare Luft-Feuer-Werke.

Sechstes Kapitel.

Salpeterluft oder Gas.

Natur dieſer Flüßigkeit. — Wie ſie erzeugt werde. — Ihre Eigenſchaften. — Verſchluckt und verdichtet die reine Luft. — Eudiometer.

Siebentes Kapitel.

Von der Schwefelleber-Luft.

Natur dieſes Gas. — Mittel, dieſe Luft hervor zu bringen. — Ihre Eigenſchaften. — Ein vorzüglicher Beſtandtheil der ſchwefelhaltigen Mineralwaſſer. — Färbt Metalle ſchwarz. — Wie dieſe Luft zerſetzt werde. ꝛc.

Achtes Kapitel.

Von der atmoſphäriſchen Luft.

Der Dunſtkreis beſteht vorzüglich aus zwey Luftarten. — Enthält auch fixe Luft und zufallig auch andere Subſtanzen. — Wirkungen dieſer Miſchungen auf Metalle und Purpurfärbungen. — Mittel, die Atmoſphäre von fixer Luft und fauligen Dünſten zu reinigen — Wirkungen der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit. — Hygrometer. — Kälte in den höhern Gegenden der Atmoſphäre. — Urſache.

Neuntes Kapitel.

Von dem Gewicht, der Elaſticität und andern allgemeinen Eigenſchaften der Luft.

Allgemeine Eigenſchaften der Luft. — Urſache ihrer Elaſticität. — Meinungen der Alten. — Torricellianiſcher Ver-

ſuch. — Barometer. — Die Luftpumpe. — Auſſerordentlicher Druck der Atmoſphäre. — Gewicht und ſpecifiſche Schwere der Luft. — Compreſſibilität der Luft. — Schrépftöpfe. — Wirkungen der Elaſticität der Luft. — Windbüchſen. — Bewegung der Theilchen in Körpern. — Beſchaffenheit des Dunſtkreiſes. — Seine wahrſcheinliche Höhe.

Zehntes Kapitel.

Vom Schalle.

Der Schall unter dreyerley Geſichtspunkten betrachtet. — Durch eine zitternde Bewegung in den Theilen der Körper verurſacht. — Durch eine wellenförmige Bewegung der Luft fortgepflanzt. — Dieſes durch Verſuche bewieſen. — Gläſer durch Schreyen zerbrochen. — Elaſtiſche Flüßigkeiten ſind nicht die einzigen Mittel, den Schall fortzupflanzen. — Waſſer oder feſte Körper können es auch. — Geſchwindigkeit des Schalles. — Verſuche hierüber. — Wiederhalle. — Sprachgewölbe.

Eilftes Kapitel.

Von den Winden.

Verſchiedene Meinungen in Anſehung der allgemeinen Urſache der Winde. — Allgemeine oder beſtändige Winde. — Muſſons. — Vom See- und Landwinde. — Urſachen derſelben. — Unbeſtändige Winde. — Stürme. — Orkane. — Der Harmattan. — Der Siroccowind. — Der Samiel. — Sandſäulen erregender Wind. — Der Simum. — Wirbelwinde. — Waſſerhoſen. — Windsbräute (tornadoes).

Zwölftes Kapitel.

Von der Wärme der Atmoſphäre und feurigen Dünſten.

Gegenſtände der Meteorologie als einer Wiſſenſchaft. — Zum Theil ſchon vorher abgehandelt. — Temperatur. — Wärme der Erde. — Wirkungen der Sonnenſtrahlen auf verſchiedene Media. — Unterſchied in Rückſicht auf die Temperatur zwiſchen Land und Waſſer. — Wirkungen der Wolken auf die Temperatur. — Von der Ausdünſtung. — Ungewöhnliche Kälte, wie ſie im Sommer und Winter hervor gebracht wird. — Wäßerige Meteore. — Feurige Meteore. — Feuerkugeln. — Sternſchnuppen. — Irrlichter (ignes fatui).

Dreyzehntes Kapitel.

Von den Wetterprophezeihungen.

Unvollkommener Zuſtand dieſes Theils der Naturlehre. — Vorausſagungen der Witterung aus dem vorhergegangenen Zuſtande der Jahreszeit. — Aus den wellenförmigen Bewegungen der Atmoſphäre. — Aus dem Barometer. — Aus den Nebeln. — Aus den Wolken. — Aus den Ausſichten. — Aus dem Thaue. — Aus der Farbe der Luft. — Aus dem Monde. — Aus dem Winde. — Bemerkungen über Waſſer und Holz.

Vierzehntes Kapitel.

Von der Aeroſtatik.

Geſchichte der Aeroſtatik. — Entdeckung der Luftbälle durch Montgolfier. — Erſter Luftball, welcher zu Annonay ſtieg. — Luftball, mit entzündbarem Gas gefüllt, welcher

zu Paris ſtieg. — Pilatre de Rozier ſteigt in einem Luftballe in die Höhe. — Der erſte Luftball in England. — Auſſteigen des Hrn. Lunardi. — Reiſe von Blanchard und D. Jefferies über den Canal. — Unglückliches Ende von de Rozier und Romain. — Baldwin's Beſchreibung der Ausſicht von einem Luftballe herab. — Grundſätze der Aeroſtatik. — Arten, die Luftbälle zu füllen. — Gebrauch, den man von ihnen gemacht hat.

Erſtes Buch.

Allgemeine Eigenſchaften der Materie.

Erſtes Kapitel.

Von der Materie überhaupt.

Erklärung der Ausdrücke. — Ob alle Materie ihrem Weſen nach die nehmliche ſey. — Allgemeine Eigenſchaften der Materie. — Menge der Materie im Univerſum.

Das Wort Materie (Materies, welches einige Lexikographen von mater, die Mutter, hergeleitet haben,) bedeutet in ſeinem urſprünglichen Sinne das unerklärte Etwas, aus welchem alle andre Dinge gebildet werden.

Der Ausdruck Körper (body) iſt bisweilen mit dem Worte Materie verwechſelt worden; allein ſie ſind weſentlich von einander unterſchieden: das engliſche Wort Body (bodige) iſt angelſächſiſchen Urſprungs. Es wird durch die lateiniſchen Wörter ſtatura, pectus, truncus erklärt; und bedeutet die Perſon oder Form eines Menſchen oder eines andern Geſchöpfs. Hieraus wird deutlich, daß es auf die Beziehung einer Subſtanz, welche eine Form oder Geſtalt beſizt, eingeſchränkt werden müſſe.

Subſtanz, ſowohl der Etymologie, als dem Gebrauche nach, kommt der Bedeutung des erſtern dieſer angeführten beiden Ausdrücke näher. Bekanntermaßen iſt es aus der lateiniſchen Präpoſition *ſub* (unter) und dem Zeitworte *ſtare* (ſtehen), zuſammengeſezt. Es faßt folglich alles in ſich, was unter den verſchiedenen Formen oder Geſtalten, welche unſern Sinnen dargebotgen werden, ſteht oder begriſſen wird. Allein es wird immer in einer eingeſchränkten Bedeutung, als Materie, gebraucht. In der That kommt es überhaupt mit dem beſtimmten Artikel vor, um einen beſondern oder beſtimmten Theil der Materie zu bezeichnen; während Materie im Abſtracto einen unbeſtimmteren und allgemeineren Begriff von Solidität und Ausdehnung, mit einer kleinen oder gar keiner Rückſicht auf Geſtalt, Verhältniß oder Menge, in ſich begreift.

Dieſe Worte werden in der Philoſophie ſo häufig und allgemein gebraucht, daß es nöthig ſcheint, einen genauen Begriff mit ihnen, beſonders in einem Kapitel, welches von dem erſtern dieſer Wörter zu handeln ſich vorgeſezt hat, zu verbinden. Ich habe überhaupt gefunden, daß durch die Etymologie auf eine ſichere und leichtere Art Kenntniſſe mitgetheilt werden können, als durch die Definition.

Daß die ganze Materie, aus welcher dieſes Univerſum zuſammengeſetzt iſt, ihrem Weſen nach die nehmliche ſey, und daß die ſcheinbaren Verſchiedenheiten, welche man in verſchiedenen Körpern wahrnimmt, gänzlich von der beſondern Vertheilung oder Stellung der zuſammenſetzenden Theilchen abhänge, iſt eine Meinung, welche von einigen der berühmteſten Philoſophen behauptet worden iſt. Die wundervollen, in die Sinne fallenden Verwandelungen, welche ſich bey verſchiedenen Proceſſen und Operationen der Natur ereignen, geben, wie man geſtehen muß, dieſer Hypotheſe auf dem erſten Anblick einige Haltung. Eine Pflanze vegetirt in dem reinſten Waſ-

ſer und wird eine feſte Subſtanz *). Die Erzeugung der Steine in der Erde, die mannigfaltigen Erſcheinungen der Verſteinerungen und eine Menge andrer Thatſachen trägt, bey einer ruhigen Betrachtung, viel dazu bey, die Ungereimtheit der Alchemiſten, deren Hoffnungen, die ſchlechteſten Materialien durch Beyhülfe der Kunſt in Subſtanzen vom größten Werth zu verwandeln, vorzüglich auf dieſe Hypotheſe, daß nehmlich alle Materie im Grunde die nehmliche ſey, gegründet iſt, zu verringern.

Boyle deſtillirte das nehmliche Waſſer ungefehr zweyhundert Male, und fand am Ende jeder Deſtillation einen friſchen Abſatz von Erde. Margraff wiederholte den Verſuch mit größerer Vorſicht. Mittelſt zweyer gläſerner Kolben, welche mit einander verbunden waren, ſchützte er das Waſſer, ſo lange es der Deſtillation unterworfen war, vor allem Zutritte der Luft; und bey wiederholter Deſtillation wurde am Ende jedes Proceſſes eine Menge Erde **) abgeſezt.

Die auſſerordentliche Lockerheit und Kleinheit der Theilchen, in welche verſchiedene Subſtanzen zerlegt werden können, ertheilt dieſer Hypotheſe einen noch größern Grad von Wahrſcheinlichkeit; und überhaupt je feiner ein Körper zertheilt werden kann, deſto einfacher ſcheint er in ſeinen zuſammenſetzenden Theilen zu ſeyn.

Wir müſſen indeſſen bey Annahme von Meinungen, welche nicht durch Verſuche unmittelbar beſtätigt werden können, vorſichtig ſeyn; und ſo wahrſcheinlich die Meinung iſt, ſo haben doch genaue Beobachtungen der neuern Philoſophie gegen die Homogeneität der Materie einige Einwürfe geliefert, welche ohne weitere Entdeckungen nicht leicht gehoben werden können.

*) Man ſ. die Verſuche von Boyle und van Helmont B. 1. Kap. 3.

**) Kalkerde.

Was immer für Erſcheinungen eine Umwandlung der Körper, oder eine Veränderung einer Subſtanz in eine andre anzuzeigen ſcheinen mögen, ſo haben wir doch durch die neueſten und beſten Verſuche ſehr großen Grund zu der Überzeugung erhalten, daß dieſe Erſcheinungen bloß eine Wirkung verſchiedener Verbindungen ſind. So iſt die Verwandlung von Waſſer und Luft in eine feſte Subſtanz, als der Körper einer Pflanze iſt, blos eine ſcheinbare Verwandlung: denn dieſe feſte Subſtanz kann durch einen künſtlichen Proceß wiederum, ohne eine wirkliche Veränderung in den Grundſtoffen, oder den Elementartheilchen, woraus dieſe Flüßigkeiten zuſammengeſetzt ſind, in Waſſer und Luft aufgelöſet werden. Die Bildung der Steine, und die Erſcheinungen von Verſteinerungen können noch mit leichtern Grundſätzen, als nach denen der Verwandlung, erklärt werden. Auf der andern Seite ſind die gröſten Anſtrengungen der Chemie nicht im Stande geweſen, in der Zergliederung der Körper weiter zu bringen, als dieſelben auf wenige Grundſtoffe zurück zu bringen, die weſentlich von einander verſchieden zu ſeyn ſcheinen, und welche noch nicht in eine einfachere Form haben gebracht werden können. So ſcheint die Materie des Feuers oder des Lichts ganz verſchieden von der Materie aller andern Körper zu ſeyn; ſo können der ſaure und alkaliſche Grundſtoff niemals dahin gebracht werden, daß ſie die nehmlichen Eigenſchaften zeigen; ſo können endlich die verſchiedenen Erdarten niemals in einander verwandelt werden.

Wenn man in dieſem Falle hypothetiſche Schlüſſe gelten laſſen wollte, ſo würde es wahrſcheinlich mit der Analogie der Natur übereinſtimmender ſeyn, anzunehmen, daß verſchiedene Subſtanzen durch verſchiedene Verbindungen weniger einfacher Grundſtoffe in verſchiedenen Verhältniſſen gebildet werden, als daß die ganz entgegen geſetzten Eigenſchaften einiger der lockerſten und feinſten Flüßigkeiten ganz von der verſchiedenen Form oder Mo-

dification der kleinſten, in ihre Zuſammenſetzung eingehenden Theilchen abhängen ſollten.

Es iſt indeſſen ſchicklich zu bemerken, daß hierüber bis jetzt noch auf keiner Seite ein beweiſender Verſuch ausgedacht worden iſt. Die Unvollkommheit aller menſchlichen Bemühungen, und vielleicht der menſchlichen Fähigkeiten ſelbſt hat zeither unſre Unterſuchungen auf die Eigenſchaften einiger wenigen Subſtanzen eingeſchränkt, der einfachſten, welche die chemiſche Zergliederung zu erhalten im Stande geweſen iſt, und welche aus dieſem Grunde Elemente genennt worden ſind.

Es gibt einige Eigenſchaften, von welchen man glaubt, daß ſie aller Materie gemein ſind, und welche ihrer Wichtigkeit wegen beſonders abgehandelt zu werden verdienen. Dahin gehören die Solidität, Ausdehnung und Theilbarkeit, anziehende Kraft, Bewegung und Ruhe.

Die Menge von Materie, welche in dem ganzen Univerſum enthalten iſt, kann wahrſcheinlich kleiner ſeyn, als man es uns gemeiniglich bereden will. Newton's höhere Mathematik beweiſet den Erſtaunen erregenden Satz: „daß die ganze Erdkugel, ja alle bekannte Körper „im Univerſum, ſoweit wir ſie kennen, aus keiner gröſ„ſern Menge feſter Materie, als in eine Kugel von ei„nem Zolle im Durchmeſſer gebracht werden kann, zu„ſammengeſetzt ſeyn können *)".

*) Man ſ. Pemberton's View of Sir Newton's philoſophy p. 356.

Zweytes Kapitel.

Von den Elementen *).

Von den Meinungen der Alten. — Neue Eintheilung derſelben. — Aufzählung von einfachen Subſtanzen nach der neuern Naturlehre. — Luftförmige Subſtanzen. — Erden. — Metalle.

Wenn wir einen allgemeinen Ueberblick aller natürlichen Körper wagen, ſo finden wir, der ſcheinbaren Mannigfaltigkeit der geſchaffenen Subſtanzen ungeachtet, womit das Univerſum angefüllt iſt, dennoch, daß alle natürlichen Körper, die wir bis jezt zu unterſuchen Gelegenheit gehabt haben, auf einige wenige beſtimmte Arten von Materie zurück gebracht werden können. Und ob wir gleich bis jezt wahrſcheinlich noch nicht die lezten und feinſten Grundſtoffe, woraus die Körper zuſammengeſezt ſind, entdeckt haben, ſo ſcheinen wir doch berechtigt zu ſeyn, die einfachſten Subſtanzen, von welchen wir im Stande geweſen ſind, zu entdecken, daß ſie die Zuſammenſezung der Körper ausmachen, mit dem Nahmen der Elemente zu belegen.

Ariſtoteles und nach ihm die meiſten Alten nahmen vier verſchiedene Elemente an, nehmlich Feuer, Luft, Erde und Waſſer. Es iſt aber erſtlich augenſcheinlich, daß bey dieſer Aufzählung die Salze vergeſſen ſind, deren Exiſtenz eben ſo wenig in Zweifel gezogen werden kann, als die Exiſtenz der übrigen Elementarſubſtanzen. Zweytens fand man bey weitern Fortſchritten in der Naturlehre die Annahme nicht allein eines ſalzigen, ſondern auch eines ſchwefelichten oder entzündlichen Grundſtoffes nothwendig. Ich möchte hinzu ſetzen, daß wir

*) Von Cleo oder Eleo, ich ſchaffe.

noch durch keine Verſuche, welche bis jetzt öffentlich bekannt gemacht worden ſind, Veranlaſſung bekommen haben, zu glauben, daß es nur eine einzige Art von Erde gebe; und die neueſten Verſuche ſcheinen auf eine entſcheidende Art darzuthun, daß ſowohl Waſſer, als Luft zuſammengeſetzte Subſtanzen ſind *).

Es iſt daher nothwendig, daß wir die Elemente von neuem eintheilen, ungeachtet es mehr, als wahrſcheinlich iſt, daß zukünftige Entdeckungen uns dieſe neue Eintheilung wieder mangelhaft und gewiſſermaßen lächerlich finden laſſen werden. Zukünftige Entdeckungen können vielleicht darthun, daß, wo nicht alle, doch wenigſtens einige von den folgenden Subſtanzen noch Unterabtheilungen zulaſſen werden; oder daß es eine noch geringere Anzahl von zuſammenſetzenden Grundſtoffen der Körper gebe. Sie können beweiſen, daß alle Erden urſprünglich die nehmliche Baſis beſitzen und einzig und allein durch verſchiedene Verbindungen mit Lebensluft oder andern Subſtanzen verändert werden. Die Laugenſalze können im Grunde eine Art von Erde ſeyn, deren unterſcheidende Eigenſchaften von einer Verbindung mit einer feinen Materie in einem gewiſſen Verhältniſſe herrühren. Allein es giebt Punkte, über welche wir gegenwärtig noch keine Gewißheit durch Verſuche erlangt haben, und die wir aus dieſem Grunde nicht berechtigt ſind, als ausgemacht anzunehmen.

Die einfachſten, bisher entdeckten Subſtanzen können aufgelöſet werden in

1. Feuer, Wärmeſtoff (calorique) mit Inbegriff des Lichts und der elektriſchen Materie;

*) Ich will die Leſer nicht mit den verworfenen Träumereyen der Scheidekünſtler während der zwey letzten Jahrhunderte aufhalten, welche von ihrem Phlegma oder dem wäſſerigen Grundſtoffe, von ihrem Mercurius oder dem thätigen und geiſtigen Princip, vom Caput mortuum, vom Spiritus rector u. ſ. w. unnütze und meiſtens unverſtändliche Dinge ſchwatzten.

2. Die Baſis der reinen, Lebens= oder dephlogiſtiſirten Luft, der Säuerſtoff (oxygene) der franzöſiſchen Scheidekünſtler;

3. Der Waſſerſtoff, oder die Baſis der entzündlichen Luft.

4. Der Stickſtoff, oder die Baſis der Salpeterſäure.

5. Der Schwefel oder die Baſis der Vitriolſäure.

6. Der Phoſphor, oder die Baſis der Phoſphorſäure.

7. Der Kohlenſtoff (coal) oder die Kohle, die Baſis der fixen Luft.

8. Die unbekannten Baſen der Kochſalz=, Flußſpat- und Boraxſäure.

9. Die fixen Laugenſalze.

10. Die Erden.

11. Die Metalle.

Die verſchiedenen Erden, welche jetzt den Naturforſchern bekannt, ſind

1. die Kalkerde,
2. die Kieſelerde,
3. die Thonerde,
4. die Magneſia,
5. die Schwererde.

Die Metalle werden jetzt eingetheilt in

1. Arſenik,
2. Waſſerbley,
3. Nickel,
4. Cobalt,
5. Wißmuth,
6. Spiesglanz,
7. Zink,
8. Tungſtein,
9. Braunſtein,
10. Zinn,
11. Bley,
12. Eiſen,

13. Kupfer,
14. Queckſilber,
15. Silber,
16. Gold,
17. Platina.

Jedes dieſer Metalle kann jetzt als eine für ſich beſtehende Elementar-Subſtanz angeſehen werden, weil keine derſelben noch in irgend eine andre, ſichern und unbezweifelten Erfahrungen zu Folge, hat verwandelt werden können, ob ſie gleich mit andern vereinigt werden können und auch gemeiniglich ſind. Dieſe Thatſache würde uns, wenn auch gleich nicht zum Vortheil der Klaſſification und zum Beſten einiger Zweifel, welche einige Naturforſcher in Anſehung der weſentlichen Verſchiedenheit der Erden noch hegen, nöthigen, an Statt eilf unterſchiedener, einfacher und elementariſcher Subſtanzen, deren wenigſtens drey und dreiſig in der Natur anzunehmen.

Drittes Kapitel.

Von der Ausdehnung, Solidität und Theilbarkeit der Materie.

Ausdehnung, die einzige weſentliche Eigenſchaft. — Solidität, was? — Theilbarkeit ins Unendliche. — Thierchen, welche unſern Sinnen unbemerkbar ſind. — Auſſerordentliche Feinheit des Lichts. — Newtonianiſches Paradoxon.

Ausdehnung iſt eine allem, was nur immer einen Raum einnimmt, ſo offenbar weſentliche Eigenſchaft, daß ſie für das erſte und unerläßlichſte Attribut aller Materie gehalten wird. Sie iſt in der That die einzige Ei-

genſchaft, von welcher wir poſitiv behaupten können, daß ſie der Materie weſentlich angehöre, weil alle andern, welche ich angeführt habe, nur mit einiger Einſchränkung Statt finden und nicht allen nur möglichen Körpern gemein zu ſeyn ſcheinen.

Wir können uns von der Solidität auf keine andre Weiſe, als durch den Widerſtand einen Begriff machen, den ein Körper einem andern entgegen ſezt, welcher den Plaz einzunehmen ſucht, den der erſtere einnimmt *). Dieſe Eigenſchaft der Materie ſchließt darum weder die Undurchdringlichkeit, noch die Härte nothwendig in ſich. Die erſtaunliche Poroſität der Körper ſtreitet gegen die eine Vorſtellung und die faſt ins Unendliche gehende Theilbarkeit der Materie gegen die andre. In der That kann nichts widerſprechender ſeyn, als von der abſoluten Solidität und Undurchdringlichkeit der lezten Theile der Materie zu ſprechen, und nachher ſich über ihre ins Unendliche gehende Theilbarkeit zu verbreiten. Beyde Eigenſchaften können weder durch Verſuche, noch durch Beobachtungen bewieſen werden: und doch ſollten wir, wenn wir von den wirklichen Eigenſchaften der Materie handeln, uns, meiner Meinung nach, auf das Zeugniß unſerer Sinne einſchränken.

Wie uneigentlich der Begriff der Undurchdringlichkeit auf einige Körper, mit denen wir bekannt geworden ſind, angewendet wird, erhellt aus der erſtaunenden Leichtigkeit und Geſchwindigkeit, womit die elektriſche Materie durch die dichteſten Körper dringt, und aus dem anhaltenden Durchgange des Lichts durch eine Menge von Körpern, welche unſern Sinnen als die ſolideſten erſcheinen, zum Beyſpiel, Glas, Diamant und andre Edelſteine. Der Brennpunkt eines Brennſpiegels, welcher die Dichte der Sonnenſtrahlen über dreytauſend Mole verſtärkt, kann, ohne die geringſte Wirkung hervor zu bringen, auf Glas oder in Waſſer fallen: ſelbſt Subſtanzen

*) Man ſ. Locke's Eſſay on hum. Underſtand. B. II. c. 4.

von beträchtlicher Größe und Solidität können in Poren andrer Körper exiſtiren. So kann Queckſilber in den Poren ſowol von Silber als von Gold exiſtiren: eine Miſchung von Queckſilber und Silber iſt beträchtlich ſchwerer, als eine gleiche Menge von einem dieſer Metalle. Das gemeine Glocken-Metall (Glocken-Speiſe) beſteht aus einer Miſchung von Kupfer und Zinn; und ob das leztere gleich ſpecifiſch leichter, als das erſtere iſt, ſo iſt doch die Glockenſpeiſe beträchtlich ſchwerer, als eine gleiche Menge von Kupfer ſelbſt. Dieſes iſt ein deutlicher Beweiß, daß die Theilchen des einen Metalls in die Zwiſchenräume des andern Metalls eindringen. Vielleicht iſt der Umſtand, daß man eine beſtimmte Menge von Salz zu einer Menge Waſſer hinzu thun kann, ohne den Umfang des leztern zu vergrößern, ja daß eine kleine zum Waſſer geſezte Menge Salz den Umfang des Waſſers vermindert, noch auſſerordentlicher.

Die Theilbarkeit der Materie wird auch von denen mit einiger Einſchränkung angenommen, welche die Exiſtenz der Atomen oder der erſten Grundſtoffe der Körper vertheidigen. Denn, wenn das Daſeyn derſelben zugegeben wird, ſo müſſen ſie nothwendig einige Theilchen von untheilbarer Materie ſeyn, und folglich kann die Theilbarkeit nicht als eine aller Materie zuſtändige Eigenſchaft angeſehen werden.

Die menſchliche Geſchicklichkeit hat ſich mit Verfolgung, und der menſchliche Verſtand mit Betrachtung der wirklichen Theilbarkeit der Materie vergeblich bemüht. Die kleinſten Thiere, deren Kenntniß wir durch Beyhülfe des Vergrößerungs-Glaſes erlangt haben, beſitzen organiſirte Theile, Blut und andre zur Fortſetzung ihres Lebens nöthige Flüſſigkeiten. Allein wie unendlich weit ſind dieſe von unſrem Anblicke entfernt! Einigen Begriff kann man ſich indeſſen von der erſtaunenswerthen Kraft der Materie in dieſer Rückſicht aus Beyſpielen machen, welche uns die allergemeinſten Verſuche an die Hand geben. Ein Pfund von einer ſo groben Subſtanz, als Baumwolle iſt,

kann in einen Faden geſponnen werden, der über hundert Meilen lang iſt *), und Boyle redet von einem, dreyhundert Yards langen Silberdraht, welcher nicht mehr, als drey und einen halben Gran wog. Dieſes Metall wird jedoch noch von der erſtaunenden Ductilität des Goldes übertroffen, wovon ſechszehn Unzen einen Draht liefern würden, womit man unſre ganze Erde umſpannen könnte, ungeachtet dieſe Menge von Metall in einen Würfel gebracht werden kann, deſſen Seiten nur einen und einen Viertel Zoll (engliſch) lang ſind. Indeſſen ſind die metalliſchen Theilchen in ſauren Auflöſungen noch weit kleiner getheilt. Ein kleines Stückchen von dem ſalpeterſauren Silberſalze, welches nicht größer als ein gemeiner Stecknadelknopf iſt, wird ein Quart Waſſer milchweiß färben, und ſelbſt der hundertſte Theil eines Grans Kupfer wird einem Nöſel eben dieſer Flüſſigkeit eine merklich blaue Farbe mittheilen.

Es iſt ſehr bekannt, daß Kampfer, Moſchus und andre riechbare Subſtanzen Theilchen ausſtröhmen, welche unſer Geruchswerkzeug auf eine kräftige Weiſe afficiren, und daß ſie ihren beſondern Geruch eine geraume Zeit hindurch der ſie umgebenden Luft mittheilen, ohne daß ſie einen beträchtlichen Verluſt an ihrem Gewichte leiden. Die auſſerordentliche Lockerheit (raritas) der elaſtiſchen Flüſſigkeiten iſt ein fernerer Beweis von der Theilbarkeit der Materie. Angezündetes Schießpulver dehnt ſich in einen zwei hundert und vier und vierzig Mal größern Raum, als es im feſten Zuſtande einnimmt, aus, und Waſſer nimmt in dem Dampfzuſtande einen achtzehn hundert Mal größern Raum ein, als in ſeinem tropfbaren Zuſtande **).

*) Man ſ. Repoſitory vol. II. p. 52.

**) Dieſe Thatſache kann zu jeder Zeit durch einen leichten Verſuch bewieſen werden. Man nehme eine gemeine Flaſche, wiege ſie und fülle ſie mit Waſſer: hierauf wiege man ſie wieder, nachdem man das Waſſer zuvor ausgegoſſen hat. Es wird ein

Nach einer gut geführten Berechnung iſt ein Lufttheilchen auf $\frac{1}{30,831,230,128,000}$ eines Grans geſchäzt worden *).

Wir werden indeſſen aufhören, uns über eine ſolche Berechnung zu verwundern, wenn wir bedenken, daß die über alle Vergleichung erhabenen Wunder der mikroſkopiſchen Welt mittelſt dieſer Lichtflüſſigkeit unſern Sinnen merklich gemacht werden. Das Oberhäutchen des menſchlichen Körpers ſoll aus kleinen Schuppen beſtehen, welche den Fiſchſchuppen ähnlich ſehen, und wovon *zwey hundert* mit einem Sandkorne bedeckt werden können. Unter dieſen Schuppen liegt eine Menge von Poren oder Ausführungsgängen verborgen, durch welche die unmerkliche Ausdünſtung ihren Ausgang finden ſoll. *Hundert und zwanzig* ſolcher Poren nehmen, wenn ſie in einer geraden Linie neben einander liegen, nur einen Raum von einem Zehntel Zoll ein. Wenn alſo der organiſche Bau des menſchlichen Körpers auf dieſe Weiſe beſchaffen iſt; was werden wir uns von den organiſirten Theilen ſolcher Thiere für einen Begriff machen, welche um tauſend Mal zu klein ſind, als daß ſie ohne Beyhülfe der Kunſt dem menſchlichen Auge ſichtbar werden könnten? Es ſind jedoch Thierchen entdeckt worden, welche beynahe hundert Mal kleiner, als dieſe ſind, und wovon einige Tauſend auf der Spitze einer feinen Nadel tanzen können. *Leeuwenhoek* hat ausgerechnet, daß tauſend Millionen ſolcher Thierchen, als im gemeinen Waſſer entdeckt worden ſind, noch nicht ſo groß ſeyn würden, als ein gewöhnliches Sandkorn.

wenig Feuchtigkeit an den Seitenwänden hängen geblieben ſeyn. Man ſtelle nun die Flaſche an das Feuer, um die Feuchtigkeit wegzudampfen, und wenn alles Waſſer verſchwunden iſt, ſo verſtopfe man die Flaſche und wiege ſie noch einmal. Man wird alsdann das Gewicht und folglich das Volumen der Dämpfe, verglichen mit dem Volumen des Waſſers, leicht finden können.

*) S. *Boudoin* on Light in den Mem. of the American Acad. Vol. I. p. 198.

Wenn wir nun bedenken, daß ſolche Thierchen mit organiſirten Theilen, einem Herzen, Magen, Gedärmen, Muſkeln, Flechſen, Nerven, Drüſen u.ſ.w. verſehen ſind, ſo ſcheinen wir uns in Gedanken der ins Unendliche gehenden Theilbarkeit zu nähern *).

Auf der andern Seite iſt es beynahe abſolut gewiß, daß die Theilchen der härteſten und dichteſten Körper ſich nicht unmittelbar berühren, weil man gefunden hat, daß ſich alle ſolche Körper durch die Kälte in einen kleinern Raum zuſammen ziehen, welches nicht erfolgen würde, wenn ihre Theilchen ſchon ſo nahe, als möglich, an einander lägen.

Es würde der Abſicht dieſes Werks nicht entſprechen, wenn ich mich in jene Berechnungen und Demonſtrationen einlaſſen wollte, wodurch Mathematiker verſucht haben zu beweiſen, wie die Natur ins Unendliche getheilt werden könne. Es mag die Bemerkung hinreichend ſeyn, daß Newton's Scharfſinn aus den in dieſem Kapitel vorgetragenen Grundſätzen bewieſen hat, daß die kleinſte Menge von Materie in einen Körper von gegebenen Dimenſionen, ſo groß ſie auch immer ſeyn mögen, gebracht werden könne, und daß deſſen ungeachtet keiner von den Poren gröſſer ſey, als die kleinſte, nach Belieben angenommene Größe, obgleich die Theile des Körpers ſo einander nahe gebracht werden, daß der Körper ſelbſt hart und feſt ſeyn wird. Seine Art, dieſes zu beweiſen, iſt folgende: man nehme an, daß der Körper aus Theilchen von einer ſolchen Geſtalt zuſammen geſetzt ſey, daß, wenn man ſie aneinander legt, die zwiſchen ihnen befindlichen Poren an Größe den Theilchen ſelbſt, welche ſie zwiſchen ſich laſſen, gleich ſind. Wie dieſes bewerkſtelligt werden und der Körper doch feſt bleiben könne, iſt leicht einzuſehen. Die Poren eines

*) Wenn der Leſer ſich ſelbſt über die Natur, und über die thieriſchen Verrichtungen von einer Menge dieſer wunderbaren Weſen unterrichten will, ſo muß ich ihn auf das vortrefliche Buch meines verſtorbenen Freundes, Adams, über das Mikroskop verweiſen.

ſolchen Körpers können auch von jedem beliebigen Grade der Kleinheit gemacht werden. Die feſte Materie eines auf dieſe Weiſe gebildeten Körpers wird blos die Hälfte des Raums, den dieſer Körper einnimmt, ausfüllen; und wenn jeder Elementartheil aus andern kleinern Theilen, nach der nehmlichen Regel, zuſammen geſezt iſt, ſo werden die feſten Theile eines ſolchen Körpers nur ein Viertel ſeiner Größe ausmachen. Wenn jeder von dieſen kleinern Theilen wiederum auf die nehmliche Weiſe zuſammengeſezt iſt, ſo werden die feſten Theile des ganzen Körpers nur ein Achtel ſeiner Größe betragen. Fährt man nun mit dieſer Zuſammenſetzungsart fort, ſo kann man machen; daß die feſten Theile in einem ſo kleinen Verhältniſſe zu der Größe des Körpers ſtehen, als man nur verlangt, und daß deſſen ungeachtet der Körper wegen der Contiguität ſeiner Theile fähig ſeyn wird, in einigem Grade feſt zu ſeyn *). — Wenn man dieſe Thatſachen betrachtet, ſo wird die Hypotheſe dieſes nehmlichen großen Naturforſchers, die kleine Menge feſter, im Univerſum enthaltener Materie betreffend, deren in einem der vorher gehenden Kapitel Erwähnung gethan worden iſt, weniger unglaublich ſcheinen.

Viertes Kapitel.

Von der Anziehung und Zurückſtoßung.

Fünf Arten der Anziehung — Zuſammenhang — Verbindung — Kryſtalliſation erklärt. Schwere — Specifiſches Gewicht, was? — Magnetiſche und elektriſche Anziehung — Zurückſtoßung.

Die neuern Naturforſcher haben fünf Arten der Anziehung angegeben. Erſtlich die Anziehung des Zuſammenhangs;

*) Man ſ. Pemberton's View p. 355.

zweytens der Verbindung oder von den Scheidekünſtlern ſogenannten Wahlanziehung; drittens die Schwere; viertens die magnetiſche und endlich fünftens die elektriſche Anziehung. Ob in allen dieſen Fällen die nehmliche Grundurſache wirke, oder ob jede dieſer Wirkungen von einer beſondern Urſache abhängig ſey, hat der menſchliche Scharfſinn noch nicht entdecken können. Es giebt auch, auſſer der Schwere, und ſelbſt dieſe nicht ohne Ausnahme, keinen Fall, wo die Grundurſache der Anziehung ſich der Natur eines allgemeinen Geſetzes zu nähern ſcheint. Denn es iſt bey keinem Verſuche, den wir bis jetzt anzuſtellen im Stande geweſen ſind, einiger Grund vorhanden, zu glauben, daß das Element des Feuers oder der Hitze den allgemeinen Geſetzen der Schwere unterworfen ſey. Wofern daher nicht bewieſen werden kann, daß das Princip der Anziehung in allen dieſen, eben erwähnten Fällen das nehmliche ſey, ſo ſind wir vielleicht ſchwerlich auf dem richtigen Wege, wenn wir es als eine allgemeine Eigenſchaft der Materie betrachten; und ſelbſt bey der Vorausſetzung, daß die Urſache der Anziehung in allen Fällen die nehmliche ſey, kann ſie mehr einer beſondern Art der Materie, welche auf alle andre Körper wirkt, als der Materie im Allgemeinen angehören.

I. Die Anziehung des Zuſammenhangs kann in den allermehreſten und gemeinſten Verrichtungen der Natur bemerkt und durch eine Menge leichter Verſuche bewieſen werden. Zwey Bleykugeln, wovon jede eine glatte ebene Fläche hat, hängen, wenn ſie feſt an einander gedrückt werden, ſo ſtark mit einander zuſammen, als wenn ſie durchs Schmelzen mit einander vereinigt worden wären; und ſelbſt zwey Glasplatten, wenn ihre Oberflächen glatt und trocken ſind, erfordern einige Gewalt, wenn ſie von einander geriſſen werden ſollen *). Vermöge des nehmlichen Naturgeſetzes zeigen die Theilchen aller flüſſigen Körper, in welchen

*) Man ſ. des D. Enfield's inſtitutes of natur. philoſophy.

chen die Anziehung nothwendig ſchwächer, als in feſten Subſtanzen iſt, eine Neigung ſich mit einander zu vereinigen.

Die Thautropfen, welche des Morgens auf den Blättern der Pflanzen liegen, nehmen wegen der gegenſeitigen Anziehung zwiſchen den Theilchen des Waſſers, kugelichte Geſtalt an. Kleine Mengen von Queckſilber, welche einander nahe gebracht werden, laufen zuſammen und nehmen ein rundes Anſehen an. Vermöge des nehmlichen Geſetzes kann auch ein Gefäß mit Waſſer, Queckſilber oder irgend einer andern Flüſſigkeit bis an den Rand voll gefüllt werden, und die Flüſſigkeit wird alsdann eine erhabene Oberfläche bilden.

Eben dieſer Urſache können wir ſehr ſchicklich dasjenige Phänomen zuſchreiben, welches man gewöhnlich die Anziehung der Haargefäße nennt. Hierdurch wird eine Flüſſigkeit, welche ein Gefäß nicht bis oben herauf ausfüllt, allezeit von dem Rande des Gefäſſes angezogen werden, und eine vertiefte Oberfläche annehmen. Wenn ferner zwey Glasplatten, in einer kleinen Entfernung von einander, ſenkrecht in Waſſer getaucht werden, ſo wird die Flüſſigkeit über ihre horizontale Fläche zwiſchen den beyden Platten ſteigen, und die Höhe, bis zu welcher ſie ſich erhebt, wird mit der Entfernung der Glasplatten von einander in einem gewiſſen Verhältniß ſtehen. Ein Haarröhrchen iſt eine Röhre mit einer auſſerordentlich kleinen Höhle, und nach dem nehmlichen Geſetze, nach welchem das Waſſer ſich zwiſchen den Glasplatten erhebt, wird eine Flüſſigkeit in einer ſolchen Röhre zu einer beträchtlichen Höhe ſteigen. Beyde angeführte Verſuche werden unter der ausgeleerten Glocke einer Luftpumpe eben ſo gut, als in freyer Luft, gelingen, welches beweiſet, daß das In die Höhe ſteigen der Flüſſigkeit in den Haarröhrchen nicht von dem Drucke der Luft abhängt. — Auf die nehmliche Weiſe werden auch, nach dem nehmlichen Geſetze, Feuchtigkeiten in den Höh-

len eines Schwammes, in den Zwiſchenräumen eines leinenen Gewebes oder irgend eines andern poröſen Körpers in die Höhe ſteigen.

II. Die Anziehung der Verbindung, oder die chemiſche, oder die Wahlanziehung iſt in vielen Rückſichten der Anziehung des Zuſammenhangs ähnlich. Sie ſcheint, wie die letztere, von den kleinſten Theilchen der Körper abzuhangen, welche mit einander in genaue Berührung gebracht werden; und in der That ſcheinen die Wirkungen dieſer zwey Arten von Anziehung einander ſo genau ähnlich zu ſeyn, daß es, wenn ſie in Anſehung ihres Princips verſchieden ſind, ſchwer iſt zu entſcheiden, welche am weſentlichſten zum Zuſammenhange und zur Solidität der Körper gehört *). Die chemiſche Anziehung iſt wahrſcheinlich

*) Dieſe zwey Arten der Anziehung ſind ſehr gut von Bergmann beſtimmt worden: die, welche er die Aggregations-Verwandſchaft nennt, ſetze ich unter die Anziehung des Zuſammenhangs; das, was er Zuſammenſetzung nennt, nenne ich Verbindung. „Wenn eine Zunahme an Maſſe allein Statt „hat, ohne daß zugleich die Natur des Körpers verändert wird, „ſo iſt dieſe Wirkung die Aggregations-Anziehung „benennt worden. Allein wenn ungleichartige Subſtan„zen mit einander vermiſcht werden, und man ihnen Zeit läßt, „Verbindungen einzugehen, ſo hat die Verſchiedenheit der „Qualität mehr Einfluß auf dieſe Verbindungen, als die Ver„ſchiedenheit der Quantität der mit einander gemiſchten Körper. „Dieſes nennen wir Anziehung der Zuſammenſetzung, „und wenn ſie ſich in Bildung einer bloſſen Vereinigung von „zwey oder mehrern Subſtanzen äuſſert, ſo erhält ſie den Nah„men der Auflöſungs- oder Schmelzungs-Anzie„hung, je nachdem dieſe Vereinigung auf trocknem oder „naſſem Wege bewirkt wird. Wenn ſie zwiſchen drey Kör„pern dergeſtalt Statt hat, daß der eine durch den zweyten „aus ſeiner Verbindung mit dem dritten geriſſen wird, ſo ſagt „man, daß eine einfache Wahlanziehung, und wenn „zwey zuſammen geſetzte Körper mit einander gemiſcht, dieſe

nichts anders; als die Anziehung des Zuſammenhangs, welche in einem freyen und keinen Widerſtand leiſtenden Medium wirkſam iſt: denn ihr einziger unterſcheidender Charakter iſt die Neigung aufgelöſeter Körper, ſich mit gewiſſen Subſtanzen lieber als mit andern zu vereinigen. Ein Verſuch mag dieſes deutlich machen. — Wenn eine gewiſſe Menge Silber zu einer Menge Scheidewaſſer gethan wird, ſo wird der Zuſammenhang der Silbertheilchen zerſtöhrt werden, die ſich nun mit Macht mit den Theilchen des Scheidewaſſers vereinigen. Dieſe Flüſſigkeit wird jedoch vollkommen klar und helle bleiben, indem die Theilchen ſo ausnehmend klein ſind, daß die Lichtſtrahlen bey ihrem Durchgange durch dieſe Flüſſigkeit keine Unterbrechung leiden. Wenn jedoch zu dieſer Silberauflöſung eine Menge Queckſilber hinzu gethan wird, ſo wird das Scheidewaſſer von dem Queckſilber angezogen, und das Silber präcipitirt werden, oder auf den Boden des Gefäßes, worinnen die Flüſſigkeit enthalten iſt, niederfallen. Wenn wiederum Kupfer hinzu gethan wird, ſo wird es den Platz des Queckſilbers einnehmen, und wenn man in dieſe Kupferauflöſung ein Stück blankes Eiſen ſtellt, (denn Roſt wird verhindern, daß die Säure in unmittelbare Berührung mit dem Metalle kommen kann) ſo wird die Säure ſogleich das Kupfer verlaſſen und das Eiſen angreifen: wenn eine gewiſſe Menge deſſelben in dieſer Flüſſigkeit aufgelöſet iſt, ſo wird ſich an ſeiner Stelle das Kupfer an der Oberfläche des Stücks Eiſen abſetzen *). Das Eiſen kann nachher durch den Zuſatz

„Zuſammenſetzungen dadurch getrennt und neue Verbindun„gen errichtet werden, ſo ſagt man, daß eine doppelte „Wahlanziehung Statt finde". Man ſ. *Bergmann* de attractionibus electivis.

*) Dieſer Verſuch erklärt uns auf eine ſehr genug thuende Weiſe die Natur der Verwandlung des Eiſens in Kupfer, von welcher Reiſende ſo oft überraſcht worden ſind. Agricola redet von Waſſern in der Nachbarſchaft von Neu-

eines Laugenſalzes wieder abgeſchieden werden. Dieſe Art der Anziehung wird **Verbindung** genennt, weil die Theilchen zweyer Körper durch dieſes Mittel ſo genau mit einander vereiniget oder verbunden werden, daß ſie ſich, ohne einen dritten, welcher eine größere Anziehung gegen einen von beyden Körpern beſitzt, als ſie gegen einander äuſſern, hinzu

ſol in Ungarn, welche die Eigenſchaft haben ſollen, das in ſie gelegte Eiſen in Kupfer zu verwandeln *a*). Im Jahr 1673. beſuchte unſer Landsmann, Dr. **Brown**, ein berühmtes Kupferbergwerk zu Herrn-Grundt, ungefehr ſieben engliſche Meilen von Neuſol, und er ſah daſelbſt, ſeiner Erzählung nach, zwey Quellen, das alte und neue Cement genannt, welche Eiſen in Kupfer verwandelten. Die Bergleute zeigten ihm einen ſeltſamen Becher, welcher aus ſolchem in Kupfer verwandelten Eiſen gemacht, vergoldet war, in der Mitte eine ſchöne Silberſtufe trug, und am Rande dieſe Worte eingegraben hatte.

Eiſen war ich, Kupfer bin ich,
Silber trag ich, Gold bedeckt mich *b*).

Einige behaupteten, wie er ſagt, ſchon damals, daß das Eiſen nicht wirklich in Kupfer verwandelt werde, ſondern daß das Cementwaſſer Kupfervitriol enthalte, welches ſich, wenn das Eiſen hinzukäme, von ſeinem Kupfer ſcheide, und es ſcheint, daß er ſelbſt dieſer Meinung beygetreten ſeyn würde, wenn er nur hätte einſehen können, wohin das Eiſen käme. Jezt weiß man aber ſehr gut, was in dieſem Falle aus dem Eiſen wird: es wird von dem Waſſer aufgelöſt, und bleibt in demſelben, anſtatt des Kupfers, hängen. Dieſe Verwandlung iſt alſo nichts weiter, als eine bloße Ortsveränderung, und ſo wie das Kupfer von dem Eiſen nieder geſchlagen wird, eben ſo kann das leztere durch Potaſche oder irgend einen andern Körper, welcher eine größere Verwandſchaft zu der Vitriolſäure, als das Eiſen, beſizt, nieder geſchlagen werden. *Watſon's* chem. eſſays p. 234—236. (deutſche Ueberſez. Th. I. S. 122. f.)

a) *Agricola* Foſs. lib. IX. p. 347.

b) Brown's Reiſen. S. 69. nach der Ausgabe v. J. 1687.

zu ſetzen, nicht wieder von einander trennen laſſen. Man nennt ſie ferner Wahlanziehung und Verwandſchaft wegen des vorzüglichern Beſtrebens der Körper, ſich mit gewiſſen andern Subſtanzen vorzugsweiſe zu vereinigen. In allen Fällen der Wahlanziehung iſt es unumgänglich nothwendig, daß wenigſtens einer von beyden Körpern ſich in einem flüſſigen Zuſtande befinde.

Es iſt augenſcheinlich, daß alle Auflöſungen die Wirkung einer Wahlanziehung ſeyn müſſen. Durch Auflöſung verſtehe ich eine ſo gleichförmige Zerſtreuung der Theilchen eines feſten Körpers in einer Flüſſigkeit, daß die letztere eine vollkommene und bleibende Durchſichtigkeit behält. Folglich iſt es in dieſem Falle deutlich, daß die Theilchen der Flüſſigkeit eine ſtärkere Anziehung gegen die Theilchen des feſten Körpers äuſſern müſſen, als die letztern unter einander ausüben. Ein feſter Körper kann zwar, durch bloſe mechaniſche Mittel, in ſehr kleinen Theilchen in einer Flüſſigkeit verbreitet werden, aber der zuſammengeſetzte Körper wird in dieſem Falle undurchſichtig und trübe ſeyn, und wenn man ihn in Ruhe läßt, ſo wird ſogleich ein Bodenſatz niederfallen. Wenn daher Kalk oder Thon mit Waſſer vereinigt iſt, ſo werden dieſe Körper demſelben ihre beſondere und eigenthümliche Farbe mittheilen, und die Flüſſigkeit wird in einigem Grade undurchſichtig werden. Wenn aber Küchenſalz, oder grüner, oder blauer Vitriol zum Waſſer hinzu gethan wird, ſo bleibt die Flüſſigkeit vollkommen durchſichtig, ob ſie gleich die beſondre Farbe des Salzes angenommen hat Die erſtere Verbindung eines flüſſigen und feſten Körpers wird daher eine Miſchung, die letztere eine Auflöſung genennt. Wenn eine Flüſſigkeit ſoviel von einem feſten Körper aufgenommen hat, daß ſie auch nicht den geringſten Theil davon mehr aufzulöſen im Stande iſt, ſo ſagt man, die Flüſſigkeit ſey damit geſättiget.

Die Kennzeichen einer chemiſchen Verbindung ſind von einem ſorgfältigen und einſichtsvollen Naturforſcher genau

beſtimmt werden. Das erſte iſt ein größeres ſpecifiſches Gewicht, als die ſchwerſten Ingredienzen des zuſammengeſetzten Körpers beſitzen, ungeachtet dieſer Gelehrte zugleich richtig bemerkt, daß es keine nothwendige Folge ſey, daß da, wo eine ſolche Dichte fehlt, auch die chemiſche Verbindung fehlen müſſe; denn der beſondere Bau des zuſammengeſetzten Körpers, welcher dem Eindringen des Waſſers in ſeine Zwiſchenräume widerſteht, kann das Bemerken dieſer Eigenſchaft verhindern; oder eine Menge Waſſer kann in eine von Natur ſchwerere Zuſammenſetzung, als das Waſſer iſt, eindringen, und dennoch kann die Gewichtszunahme nicht allezeit merklich gemacht werden.

Zweytens iſt die Durchſichtigkeit allezeit ein Kennzeichen von einer chemiſchen Verbindung. Eine ſolche Vereinigung beſteht indeſſen auch bisweilen mit Undurchſichtigkeit, da dieſe Wirkung bisweilen von einer bloſen mechaniſchen Anordnung der Theile, von der Dazwiſchenkunft einer nicht eigentlich verbundenen Materie, oder von der zu groſſen Dicke abhängt.

Drittens beweiſet die Kryſtalliſirung, daß die Theilchen des feſten Körpers ſehr fein getheilt und überhaupt mit dem Menſtruum, oder der Flüſſigkeit, worinnen der Körper aufgelöst geweſen iſt, vereiniget geweſen ſind. Es können ſich jedoch bisweilen andre Subſtanzen mit kryſtalliſirten Körpern vereinigen, ungeachtet ſie nicht chemiſch mit ihnen verbunden ſind.

Viertens ſieht man die chemiſche Verbindung aus der Schwierigkeit, den zuſammengeſetzten Körper in dem Menſtruum, oder der Flüſſigkeit, welche ein ſchickliches Auflöſungs-Mittel für eine oder für beyde zuſammenſetzende Subſtanzen iſt, aufzulöſen *).

Es wird, ehe ich dieſen Abſchnitt beſchließe, nicht undienlich ſeyn, einige Worte über eine der wunderbarſten Wir-

*) Man ſ. *Kirwan's* Mineralogy.

kungen der Anziehung der Verbindung, nehmlich über die Kryſtalliſation, hinzu zu fügen. Das Wort Kryſtall kommt her von kryos, der Froſt, das Eis, und ſtello, ich ziehe zuſammen, und ſchränkte ſich urſprünglich auf einen beſondern durchſichtigen, dem Eiſe ähnlichen Stein ein, in der Folge aber wurde es wahrſcheinlich auf alle andern durchſichtigen Körper, deren Theilchen auf eine regelmäſige Weiſe zuſammengeſetzt ſind, beſonders auf die verſchiedene Arten von Salzen, ausgedehnt. Nun drückt es diejenige regelmäſige Geſtalt oder Anordnung der Theile aus, welche träge Körper von ſelbſt annehmen, wenn ſie aus dem flüſſigen Zuſtand in den feſten übergehen. Dieſe Anordnung der Theile iſt indeſſen keineswegs bey allen Subſtänzen die nehmliche, ſondern wechſelt bey verſchiedenen Körpern auf verſchiedene Weiſe ab. So kryſtalliſirt ſich Küchenſalz in regelmäſige Würfel, Salpeter in längliche ſechsſeitige Säulen, kubiſcher Salpeter in geſchobene Würfel, vitrioliſirter Weinſtein und Glauberſalz in vier oder ſechsſeitige Maſſen. Jede Salzart behält ihre beſondre Form, ſo oft man ſie auch immer aufloͤſet, und ſowohl in den kleinſten Maſſen, welche das Vergröſſerungsglas bemerklich macht, als in den gröſten, welche Natur oder Kunſt hervor zu bringen im Stande iſt *).

*) Wenn das, was in Betreff der Kryſtalliſation geſagt worden iſt, dem Leſer nicht ganz verſtändlich iſt, ſo mache er folgenden leichten Verſuch, welcher ihm die Sache deutlicher machen wird, als eine Menge von Worten, die man darüber verſchwenden könnte. Man ſchütte in ein Gefäß mit ſiedendem Waſſer ſo viel Salpeter, als das Waſſer aufnehmen will: war der Salpeter gereinigt, ſo wird dabey die Durchſichtigkeit des Waſſers nicht leiden, es wird immer noch eine gleichartige Flüſſigkeit zu ſeyn ſcheinen. Wenn das Waſſer nichts mehr vom Salpeter aufnehmen will, ſo kann man ſchließen, daß es geſättiget ſey. Nun laſſe man es, ohne es zu bewegen, ſtehen, bis es kalt geworden iſt. So wie es erkaltet, wird man eine große Menge Kryſtalle, alle von der nehmlichen Geſtalt, von der Seite und dem Boden des Gefäſſes an-

Es wird vielleicht keine voreilige Behauptung ſeyn, daß das ganze Mineralreich ſich in einem kryſtalliſirten Zuſtande befindet: und es wird ſehr wahrſcheinlich, daß die chemiſche Verbindung oder Verwandſchaft das große Princip iſt, welches bey Bildung aller Körper thätig iſt. Die Urſachen von dieſer beſondern Anordnung der Theile können nicht bewieſen werden, ſondern alles, was wir über einen ſo dunklen Gegenſtand vorzubringen im Stande ſind, beſteht blos in einigen wahrſcheinlichen Vermuthungen.

Die alten und grillenvollen Scheidekünſtler und Alchemiſten, welche die beſondern Geſtalten bemerkten, die saliniſche Subſtanzen während ihrer Kryſtalliſation annehmen, bildeten ſich ein, daß die Salze die vegetirenden Kräfte derjenigen Pflanzen, aus welchen ſie gezogen wor-

ſchießen ſehen, welche immer an Größe und Menge zunehmen, bis das Waſſer ganz erkaltet iſt. Wenn bey dem Grade der Kälte, welche in dem Zimmer oder an dem Ort war, wo der Verſuch angeſtellt wurde, nichts mehr anſchießen will, ſo gieſſe man die Flüſſigkeit von den Kryſtallen ab. Dieſe Flüſſigkeit iſt immer noch mit Salpeter geſättigt. Damit ein Theil des Waſſers, welcher überflüſſig ſeyn könnte, weggenommen werde, ſo rauche man das Waſſer etwas ab: dadurch wird ein Theil des Salpeters das Vermögen verliehren, ſich länger ſchwebend zu erhalten, und ſogleich zu Boden fallen. Da aber, wegen der beym Abrauchen angewendeten Wärme, das Waſſer mehr Salpeter in ſich aufzunehmen im Stande iſt, als es, bey einem geringern Hitzgrade aufgelöst, erhalten kann, ſo wird, ungeachtet des Verluſtes von einem Theile des Auflöſungs-Mittels, der Salpeter doch nicht eher erkalten, als bis daſſelbe zu erkalten anfängt. Durch Wiederhohlung dieſes Proceſſes der Abrauchung und Kryſtalliſation können wir allen Salpeter, welcher Anfangs im Waſſer aufgelöst wurde, wieder erhalten, indem kein Theil deſſelben durch den Grad von Wärme, welche zur Verdünſtung des Waſſers gewöhnlich angewendet zu werden pflegt, verflüchtigt werden kann". Watſon's Mem. eſſays p. 90.—92. nach der deutſchen Ueberſ. Th. I. S. 51. f.

den, beybehielten; ſogar glaubten ſie, daß man die Geſtalt der Pflanze in den kryſtalliſirten Maſſen bemerken könnte. Neuere Naturforſcher haben den Elementartheilchen der Körper eine gewiſſe Eigenſchaft zugeſchrieben, welche ſie Polarität nennen, und der gleichnahmigen Eigenſchaft der Magnetnadel ähnlich machen, wodurch dieſe Körper veranlaßt werden, in gewiſſen Richtungen anzuſchießen *). Wahrſcheinlicher ſcheint die Meinung zu ſeyn, daß die kleinſten Theile jedes kryſtalliſirbaren Körpers eine ſolche Geſtalt haben, daß die Seiten, welche ſich bey ihrer Berührung einander nähern, ſie in einer beſondern Richtung zu liegen bringen.

Aus dieſer regelmäſigen Anordnung der Theile folgt, daß gleichartige Körper immer in allen ihren Theilen eine gleiche Dichte beſitzen; und in den mehreſten Fällen wird der gebildete Körper, wenn die Natur in dem Proceſſe der Kryſtalliſirung unterbrochen wird, eine unregelmäſige Geſtalt bekommen. Die Anordnung der Theile iſt bey klingenden Körpern ſo kizlich, ſo leicht zu ſtöhren, daß man behauptet, die kleinſte Bewegung der Luft, welche ſich während des Gießens einer Glocke, oder vielmehr während das Metall in der Form erkaltet, ereignet, ſogar das Bellen eines Hundes, könne den Ton verändern **).

III. Die Anziehung der Gravitation iſt von den zwey vorhergehenden Arten der Attraction weſentlich verſchieden. Denn bey ihr iſt weder nothwendig, daß die Theilchen der Körper, noch daß die Körper ſelbſt in eine unmittelbare Berührung gebracht werden, ſondern ſie wirkt in beträchtlicher Entfernung, und iſt in dieſem Betracht der magnetiſchen und elektriſchen Anziehung ähnlich.

Die gemeinſte Wirkung der Gravitation iſt das allgemeine Beſtreben der Körper, ſich der Oberfläche oder vielleicht dem Mittelpunkte der Erde zu nähern. Es ſcheint

*) Man ſ. *Jones's* phyſiolog. Diſquiſit. 22.

**) *Jones* a. a. O. 22.

eins der großen Geſetze der Gravitation zu ſeyn, daß die Anziehung der Körper im Verhältniß mit der Maſſe ſtehe, welche ſie enthalten. Daher nimmt man an, daß die Erde, welche eine ſo ungeheure Zuſammenhäufung von Materie iſt, die Wirkung dieſer Anziehung zwiſchen kleinern Körpern aufhebe, indem ſie dieſelben mit Macht gegen ſich hinziehe. Jedoch hat man durch wiederhohlte Beobachtungen gefunden, daß die Anziehung der Kugeln der Pendel von großen Bergen ſehr beträchtlich iſt *).

Die nächſte Urſache dieſer Art von Anziehung iſt eben ſo verborgen, als alle andern großen Grundurſachen der Natur. Einige Naturforſcher haben angenommen, daß die Schwere eine der Materie inhärirende Eigenſchaft ſey: andre haben ſie der Wirkung einer feinen flüſſigen Materie zugeſchrieben, und noch andre haben mit mehr Beſcheidenheit und wahrſcheinlich auch mit mehr Wahrheit, zu der unmittelbaren Wirkung und Dazwiſchenkunft der göttlichen Kraft ihre Zuflucht genommen.

Wir ſind überhaupt auf einem ſichern Grunde, wenn wir die Wirkungen beſchreiben. So unwiſſend wir auch nothwendig in Anſehung der Urſachen der Inſtrumemte ſind, wodurch der höchſte Regierer des Univerſums ſeine Abſichten erreicht, ſo wird uns doch eine aufmerkſame Beobachtung gemeiniglich mit der gewöhnlichen Art und Weiſe bekannt machen, wie die Naturerſcheinungen im Allgemeinen erfolgen. Was die Philoſophen Naturgeſetze nennen, das ſind nichts anders, als die Arten oder Formen, unter welchen die Natur gewöhnlich ihre Operationen verrichtet; und dieſes iſt genau der Fall mit dem, was man die Geſetze oder Eigenſchaften der Schwere genennt hat.

Erſtlich ſcheint es, daß die ſchwermachende Kraft allezeit mit der Menge von Materie im Verhältniß ſteht, weil alle Körper aus gleichen Entfernungen mit gleicher Ge-

*) Man ſ. Nicholſon's introduction to natural philoſophy. V. 1. p. 26.

ſchwindigkeit, auſſer da, wo ihnen ein widerſtehendes Medium hinderlich iſt, gegen die Erde zu gravitiren. Daher wird ein Goldſtück und eine Feder in freyer Luft zwar nicht mit gleicher Geſchwindigkeit, wegen des Widerſtands dieſer Flüſſigkeit, auf die Erde fallen; allein wenn die Luft durch irgend ein Mittel, zum Beyſpiel durch die Luftpumpe, weggeſchafft worden iſt, ſo fallen beyde Körper in dem nehmlichen Augenblicke zu Boden. Denn da das Goldſtück beträchtlich mehr feſte Materie, als die Feder, enthält, und folglich auch eine gröſſere Kraft erfordert, um dieſe Materie in Bewegung zu ſetzen, ſo erhellt, daß, da die anziehende Kraft, im Verhältniß mit der Menge von Materie ſteht, ſeine Geſchwindigkeit derjenigen gleich iſt, welche ein Körper beſitzt, der weniger Kraft braucht, um ſeine Maſſe in Bewegung zu ſetzen.

Zweytens verhält ſich die anziehende Kraft der Körper umgekehrt, wie die Quadrate der Entfernungen. Wenn alſo ein Körper in einer Entfernung von zehn Erddurchmeſſern hundert Pfund ſchwer iſt, ſo wird er in der halben Entfernung vier Mal ſo ſchwer ſeyn, oder die Kraft der Schwere wird in der leztern Weite ſich in einem vierfachem Verhältniſſe äuſſern, und ſo wird dieſe Kraft in dem Verhältniſſe wachſen, in welchem der Körper ſich der Erde nähert.

Es würde vielleicht richtiger geweſen ſeyn, wenn ich von dem, was man gemeiniglich ſpecifiſches Gewicht nennt, bey Gelegenheit der Dichte oder der Poroſität der Körper gehandelt hätte Allein der Grund, warum ich dieſe Materie dort übergieng, wird nun deutlich werden. Denn wir haben keinen andern Weg, die Dichte der Körper zu beſtimmen, als durch Befolgung des erſten, kurz zuvor angeführten Geſetzes der Gravitation. Denn wenn die Stärke der Anziehung, welche die Natur gegen alle Körper äuſſert, im Verhältniß mit der Menge von Materie ſteht, die in den Körpern enthalten iſt, ſo folgt unmittelbar, daß, wenn von zwey, einander an Gröſſe gleichen

Körpern der eine ſchwerer, als der andre iſt, der ſchwerere Körper eine größere Dichte beſitze, oder mehr Materie in dem nehmlichen Raume enthalte.

Das ſpecifiſche Gewicht oder die ſpecifiſche Schwere iſt demnach mit der Dichte der Körper vollkommen einerley, und hat auf die Menge von feſter Materie Beziehung, welche verſchiedene Körper in dem nehmlichen Raume enthalten. Man nennt ſie auch relative oder comparative Schwere, weil wir ſie durch die Vergleichung eines Körpers mit einem andern beſtimmen. Wenn Körper unter einander an Größe gleich ſind, ſo iſt deutlich, daß ihre ſpecifiſchen Gewichte durch eine gemeine Wage leicht ausgemittelt werden können, und aus dieſem Grunde können Flüſſigkeiten oder andre Körper, welchen man mit leichter Mühe die nehmliche Größe oder Geſtalt zu geben im Stande iſt, leicht gew.gen und unter einander verglichen werden. Durch die genaue Abwägung einer beſtimmten Menge von einer Flüſſigkeit, einer Unze zum Beyſpiel, in einer Schaale, und durch eine ſorgfältige Beſtimmung des Raums, welchen ſie hier ausfüllt, kann das Gewicht der nehmlichen Menge von einer andern Flüſſigkeit ohne Schwierigkeit gefunden und mit dem Gewichte der erſtern Flüſſigkeit verglichen werden.

Das ſpecifiſche Gewicht von ſolchen Körpern, welche nicht von gleicher Größe ſind, oder auch nicht darauf zurück gebracht werden können, läßt ſich nicht auf eine ſo leichte und auch ungelehrten Perſonen verſtändliche Art beſtimmen. Man hat jedoch eine Methode erfunden, um die ſpecifiſchen Gewichte feſter Körper, von welcher Figur oder von welchen Dimenſionen ſie auch immer ſeyn mögen, aufzufinden. Es iſt ein gemeiner Grundſatz, daß jeder Körper, welcher in eine Flüſſigkeit verſenkt wird, eine Menge der leztern aus ihrem Raume verdrängt, die der Größe dieſes Körpers vollkommen gleich iſt, und daß der Widerſtand, welchen ein feſter Körper beym Verſinken in einer Flüſſigkeit erfährt, dem Gewichte des aus

ihrem Raume verdrängten flüſſigen Körpers völlig entſpricht. Wenn man daher irgend eine Flüſſigkeit, zum Beyſpiel Waſſer, zum Grund und zur Richtſchnur der Vergleichung annimmt, ſo wird es leicht ſeyn, das ſpecifiſche Gewicht aller feſten Körper zu finden, wenn man dieſelben erſt in der freyen Luft genau wiegt, und nachher dieſes Abwägen in reinem Waſſer wiederhohlt. Der Verluſt ihres Gewichts in dieſer letztern Flüſſigkeit wird in einem genauen Verhältniſſe mit dem Raume ſtehen, welchen ſie einnehmen. Ich will dieſes durch einen Verſuch erläutern. Geſetzt, es wäre nothwendig, die ſpecifiſchen Gewichte von zwey Metallen, zum Beyſpiel von Bley und Zinn, zu beſtimmen, ſo nimmt man eine gewiſſe Menge von dem erſtern und wiegt es genau in der atmoſphäriſchen Luft: ſein Betrag ſoll vier und dreyſig Unzen ſeyn. Wiegt man es nachher in reinem Waſſer, ſo ſoll ſein Gewicht nur ein und dreyſig Unzen gefunden werden. Es hat alſo gleichſam drey Unzen von ſeinem Gewichte in der freyen Luft verlohren, oder mit andern Worten, die Waſſermenge, welche dieſer Bleykörper aus ihrem Raume gedrängt hat, wiegt drey Unzen. Das ſpecifiſche Gewicht des Bleyes verhält ſich alſo zu dem ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers, wie 34 zu 3, oder wie $11\frac{1}{3}$ zu 1. Wenn man nun eine gewiſſe Menge Zinn in der atmoſphäriſchen Luft wiegt, und ihr Gewicht fünfzehn Unzen gleich findet; beym Abwägen derſelben im Waſſer ſoll ſie zwey Unzen von ihrem Gewichte verlohren haben; ſo iſt das ſpecifiſche Gewicht des Zinnes zum Waſſer, wie fünfzehn zu zwey, oder wie $7\frac{1}{2}$: 1, folglich ſind die comparativen Gewichte dieſer beyden Metalle $11\frac{1}{3}$: $7\frac{1}{2}$ *).

In den gewöhnlichen Tafeln über die ſpecifiſchen Gewichte der Körper iſt das Gewicht des Waſſers gleich 1 angenommen, und die Gewichte der übrigen Körper ſind nach dieſem Verhältniſſe beſtimmt. Um alſo die ſpecifiſche Schwere irgend einer ſchwerern Subſtanz, als das Waſ-

*) Man ſ. Nicholſon's Philoſophy Vol. II. p. 11.

ſer iſt, zu beſtimmen, wäge man eine gegebene Menge dieſer Subſtanz auf einer gewöhnlichen Waage in freyer Luft und nachher im Waſſer, merke ſich den Verluſt des Gewichts im letztern Falle genau an, dividire das abſolute Gewicht, oder was die Subſtanz in der freyen Luft wog, durch den Verluſt ihres Gewichts im Waſſer, und man wird die ſpecifiſche Schwere dieſer Subſtanz gefunden haben.

IV. Die magnetiſche Anziehung iſt von der Anziehung der Gravitation einzig darin verſchieden, daß ſie in ihren Wirkungen auf einige beſondre Subſtanzen eingeſchränkt iſt. Der Magnet iſt ein Eiſenerz, und ſeine Eigenſchaft, gewiſſe Mengen von dieſem Metalle in mäßigen Weiten anzuziehen, hinlänglich bekannt. Die magnetiſche Anziehung ſteht, ſo wie die Anziehung der Gravitation, in Anſehung ihrer Wirkung, mit der Entfernung, und wahrſcheinlich auch mit der Menge von Materie (ich ſollte ſagen, von magnetiſcher Materie) im Verhältniß. Die Eigenſchaften des Magnets ſind jedoch ſo unterhaltend und wichtig in der Natur, daß ſie in einem beſondern Kapitel abgehandelt zu werden verdienen.

V. Die elektriſche Anziehung ſtimmt darin, daß ſie auf Körper in einiger Entfernung wirkt, mit der Anziehung der Gravitation überein; allein ſie geht darin von der letztern ab, daß ihre Wirkung auf einen beſondern Zuſtand dieſer Körper eingeſchränkt iſt, nehmlich wenn dieſelben durch Reiben erregt oder excitirt worden ſind. Dieſe beſondre Art der Anziehung wird jedoch in einem beſondern Theile dieſes Werks weitläuftiger abgehandelt werden.

Es giebt eine Eigenſchaft, von welcher man vorausſetzt, daß ſie der Materie zufällig (incidental) zukomme, und der Anziehung entgegen geſetzt ſey. Man hat

ſie deshalb die **Zurückſtoßung** genennt. Es iſt eine Behauptung der Newtonſchen Naturlehre, daß da, wo der Wirkungskreis der Anziehung aufhört, die Zurückſtoſſung anhebe. In dem ſchon angeführten Falle von den runden Thautropfen auf den Blättern der Pflanzen hat man nicht allein eine anziehende Kraft zwiſchen den Theilchen der Flüſſigkeit, ſondern auch eine zurück ſtoßende zwiſchen ihnen und dem Blatte, auf welchem ſie ſich befinden, angenommen. Daß die Tropfen nicht in einer wirklichen Berührung mit dem Blatte ſind, erhellt aus ihrem weiſſen oder perlenähnlichen Anſehen: denn dieſes entſpringt aus der häufigen Zurückwerfung von weiſſem Lichte von dem flach gedrückten Theile der die Pflanze berührenden Oberfläche; und es iſt hinlänglich bekannt, daß dieſe Wirkung nicht Statt haben könnte, wofern nicht ein wirklicher Zwiſchenraum zwiſchen der untern Oberfläche des Tropfens und der zunächſt liegenden Fläche des Blattes wäre *). Dieſe nehmliche Thatſache erhellt auch noch aus einem andern Umſtande. Der Tropfen hat nehmlich nicht den ſchwächſten Zuſammenhang mit dem Blatte, ſondern rollt als ein compacter Körper mit der gröſten Leichtigkeit auf demſelben hin, welches nicht geſchehen würde, wenn er das Blatt wirklich berührte, oder wenn zwiſchen ihnen beyden irgend ein Grad von Anziehung Statt hätte.

Auf die nehmliche Weiſe werden Nadeln oder andre leichte metalliſche Körper auf der Oberfläche irgend einer Flüſſigkeit ſchwimmen. Fliegen gehen auf dem Waſſer, und Oel läßt ſich ſchlechterdings nicht mit Waſſer und ähnlichen Flüſſigkeiten miſchen. Aus dem nehmlichen Grunde ſtoſſen die Federn der Waſſervögel, welche mit einer dünnen Schicht von einem feinen Oel bedeckt ſind, wirklich das ſie umgebende Waſſer zurück.

*) Man ſ. *Prieſtley's* optics p. 454.

Dieſes Princip der Zurückſtoßung iſt indeſſen von einigen neuern Naturforſchern in Zweifel gezogen worden, und ſie haben alle jene Wirkungen dadurch zu erklären geſucht, daß ſie annahmen, es exiſtire nicht ſowohl ein wirkliches poſitives Princip der Zurückſtoßung im Waſſer, im Oele und ſo weiter, als vielmehr die Anziehung des Blattes, Waſſers und ſo ferner gegen die ſie berührenden Körper ſey nicht hinreichend, die Anziehung, welche die Theilchen gleichartiger Flüſſigkeiten gegen einander äuſſern, zu zerſtöhren.

Die magnetiſche und elektriſche Zurückſtoßung wird in denjenigen Theilen dieſes Werks abgehandelt werden, welche dieſen Gegenſtänden gewidmet ſind.

Fünftes Kapitel.

Von der Bewegung und Ruhe.

Newtons Theorie von der Bewegung und Ruhe. — Trägheit. — Geſetze der Bewegung.

Die Lehre von der Bewegung und die Geſetze derſelben gehören eigentlich mehr in die Mechanik, als in ein Werk, welches im genauen und buchſtäblichen Verſtande phyſiologiſch iſt. Als zufällige Eigenſchaften der Materie konnten indeſſen Bewegung und Ruhe nicht ganz in einer Unterſuchung der allgemeinen Grundſätze der Naturlehre übergangen werden, ungeachtet es auf der andern Seite nicht nöthig iſt, in eine ganz genaue Auseinanderſetzung dieſer mechaniſchen Kräfte einzubringen, welche von dem abhängen, was man gemeiniglich die Geſetze der Bewegung, oder die Naturgeſetze zu nennen pflegt.

Eine aufmerkſame und ſcharfſinnige Beobachtung des gewöhnlichen Laufes der Natur ſetzte Iſaac Newton in den Stand, die allgemeinen Grundſätze oder Geſetze der Bewegung auf folgende drey Axiome zurück zu bringen. Es ſcheint nicht nöthig zu ſeyn, ſie durch beſondre Fälle zu erläutern, weil ſie durch eine beſtändige und allgemeine Erfahrung beſtätiget werden: und obgleich die Anwendung dieſer Principien auf die Bewegungen himmliſcher Körper, oder auf diejenigen Abtheilungen der Natur, welche auſſerhalb den Gränzen unſrer Beobachtung liegen, beſtritten werden kann, ſo läßt ſich doch ihre Wahrheit und Nützlichkeit in Rückſicht wenigſtens auf dieſe Körper, mit welchen wir am beſten bekannt ſind und in der genaueſten Verbindung ſtehen, ſchwerlich beſtreiten.

I. Alle Körper ſind gegen Bewegung und Ruhe vollkommen gleichgültig. Mit andern Worten, ein Körper, welcher ſich einmal im Stande der Ruhe befindet, wird, der Natur gemäß, in dieſem Zuſtande ſo lange verharren, bis ihn irgend eine auf ihn wirkende Kraft aus demſelben herausreißt: und ein in Bewegung befindlicher Körper wird dieſe Bewegung in der nehmlichen Richtung und mit der nehmlichen Geſchwindigkeit fortſetzen, wofern er nicht durch eine äuſſere Urſache daran verhindert wird *).

Die erſtere Hälfte dieſes Satzes iſt aus jedem Theile der Natur einleuchtend. Denn kein Theil von unbelebter Materie iſt fähig, ſich ſelbſt nur den geringſten Grad von Bewegung zu ertheilen. Die letztere Hälfte des angeführten Satzes, nehmlich, daß ein Körper ſeine Bewegung von ſelbſt fortſetzen würde, wofern er nicht durch eine äuſſere Gewalt davon abgehalten würde, läßt ſich nicht ſo leicht durch einen Verſuch erläutern. Denn wir ſind nicht im Stande, eine Art von Bewegung hervorzubringen, welcher nicht einigermaßen durch die Kraft der Schwere, oder durch ein widerſtehendes Medium entgegen gewirkt würde. Indeſſen ſcheint der Schluß auf die beſtändige Fortdauer einer einmal angefangenen Bewegung billig gemacht werden zu können, weil, je weniger Hinderniſſe einem in Bewegung geſetzten Körper in den Weg kommen, um deſto länger die Bewegung deſſelben fortdauert. So wird eine Kugel ihre Bewegung auf einer glatten Fläche länger fortſetzen, als auf einer unebenen. Wir können daher mit Grund ſchließen, daß die einmal einem Körper mitgetheilte Bewegung nie aufhören würde, wenn alle Hinderniſſe derſelben vollkommen aus dem Wege geräumt worden wären **).

*) Man ſ. Pemberton's view. p. 29.

**) Man ſ. Enfield's inſtit. of philoſoph. p. 11. 12.

Dieſe Eigenſchaft des Widerſtandes in der Materie wird, mit einem Kunſtausdrucke, die Trägheit (vis inertiae) genennt.

II. Die Veränderung des Zuſtandes jedes Körpers, entweder von der Ruhe zur Bewegung, oder von einem Grade der Bewegung zu einem andern iſt allezeit mit der Kraft, welche auf ihn wirkt, im Verhältniſſe, und geſchieht in der Richtung der Kraft.

Nach dieſem Geſetze wird angenommen, daß der Grad der Kraft durch die Größe des dadurch mit einer gegebenen Geſchwindigkeit in Bewegung geſetzten Körpers gemeſſen werden kann. Eine Kraft zum Beyſpiel, welche einem gewiſſen Körper einen ſolchen Grad von Geſchwindigkeit in ſeiner Bewegung mitzutheilen im Stande iſt, daß er in einer Stunde den Raum von tauſend Yards durchlaufen kann, wird einem andern halb ſo großen Körper eine doppelt ſo große Geſchwindigkeit verſchaffen und ihn dadurch in den Stand ſetzen, in der nehmlichen Zeit zweytauſend Yards zurück zu legen *). Folglich wird die Größe der Bewegung allezeit durch die Schnelligkeit der Bewegung und durch die Menge der bewegten Materie geſchätzt. Wenn A und B, zwey Körper von der nehmlichen Größe, ſich mit der gleichen Geſchwindigkeit bewegen, ſo iſt die Größe ihrer Bewegung gleich. Wenn aber A zwey Mal ſo viel feſte Materie, als B, in ſich faßt, und ſich mit B gleich ſchnell bewegt, ſo iſt die Größe ſeiner Bewegung doppelt größer, als die von B **).

Es folgt augenſcheinlich aus dem nehmlichen Geſetze, daß, wenn einem ſich bewegenden Körper in der nehmlichen Richtung, in welcher er ſich bewegt, eine neue

*) Pemberton's view p. 29. 36.

**) Elements of natur. philoſ. by Mr. *Locke* chapt. 1.

Kraft mitgetheilt wird, deſſelben Bewegung allezeit verhältnißmäßig durch das Hinzukommen neuer Kraft, ſo oft daſſelbe auch immer wiederhohlt wird, zunehmen müſſe.

Es folgt ferner, und kann durch einen leichten Verſuch bewieſen werden, daß, wenn eine neue Kraft einem Körper nicht in der Richtung ſeiner Bewegung, ſondern in einer ſchiefen beygebracht wird, dieſer Körper ſeine Bewegung weder in der Richtung, welche er vorher beobachtete, noch in der, welche die neue auf ihn wirkende Kraft beſaß, ſondern in einer zwiſchen dieſen beyden Richtungen mitten inne liegenden fortſetzen werde. Hierauf gründet ſich die allgemein angenommene Meinung von der Bewegung der himmliſchen Körper. Die Schwungkraft iſt die, von welcher man glaubt, daß ſie denſelben bey ihrer erſten Bildung mitgetheilt worden ſey, und welche ſie, wenn ſie frey wirken könnte, in einer geraden Linie fortführen würde. Dieſer Kraft wirkt die Schwerkraft entgegen, welche jene Körper beſtändig nach jenem Körper hin zieht, um welchen ſie ſich bewegen. Die Folge von dieſen zweyen in verſchiedenen Richtungen wirkenden Kräften iſt, daß die Körper ſich beſtändig in einer krummen Linie, oder in einem Kreiſe bewegen, welcher ſich, je nachdem eine von beyden Kräften das Uebergewicht über die andere erhält, mehr oder weniger der Ellipſe nähert.

III. Das dritte Geſetz iſt dieſes, daß die Gegenwirkung allezeit der Wirkung gleich iſt *). Mit deutlichern Worten, der Widerſtand eines Körpers im Zuſtande der Ruhe, wirkt gegen einen ſich bewegenden Körper mit einem gewiſſen Grade von Stärke, und bringt die nehmlichen Wirkungen hervor, als durch eine in einer gerade der Richtung des bewegten Körpers entgegen geſetzten Linie angebrachten thätigen Kraft erfolgt ſeyn würden. Hieraus folgt, daß ein jeder auf einen andern wirkender

*) Pemberton's view p. 31.

Körper wirklich ſo viel von ſeiner Kraft verliehrt, als er dem andern davon mittheilte. Es wird dieſes deutlich, wenn wenn wir mit einer kleinen an einem Faden aufgehangenen Kugel eine andere ruhende ſtoßen, oder wenn wir auf einer Billiardtafel einen in Bewegung geſetzten Ball auf einen andern ruhenden treffen ſehen. In beyden Fällen verliehrt der ſtoßende Körper die Hälfte von der Größe ſeiner Bewegung, welche nun dem andern, vorher ruhenden Körper mitgetheilt wird *).

Dieſes Geſetz iſt eine Wirkung der **Trägheit**, und erſtreckt ſich auf alle Fälle, wo ſich ein widerſtehender Körper befindet. Wenn eine Laſt von einem Pferde fortgezogen wird, ſo wirkt die Laſt gegen die Bewegung des Pferdes, und das Fortſchreiten des Thieres wird um ſo viel durch die Laſt verhindert, als die Bewegung des Pferdes durch die Anſtrengungen deſſelben befördert werden. Der Finger, welcher gegen einen feſten Körper drückt, wird von dieſem Körper wieder gedrückt. Bey elaſtiſchen Subſtanzen iſt jedoch dieſe Wirkung am meiſten in die Augen fallend.

*) Man ſ. Enfield's inſtitutes p. 12. 13.

Sechstes Kapitel.

Vom Magnetiſmus.

Von natürlichen und künſtlichen Magneten. — Magnetiſche Kräfte. — Anziehung. — Zurückſtoßung. — Polarität. — Abweichung. — Streichen der Magnetnadel. — Mittheilung der magnetiſchen Kraft.

Die Eigenſchaften des Magnets erläutern ſo manche Grundſätze und Geſetze der Natur, daß ich mich, wenn gleich vielleicht gegen eine ſtrenge Ordnung, entſchloſſen habe, dieſe Materie noch eher abzuhandeln, als ich dieſes, ſtatt Einleitung dienende Buch beſchließe. Denn es können in kurzem einige Gelegenheiten vorkommen, wo ein Verweiſen auf dieſes Kapitel wahrſcheinlich von Nutzen, wo nicht von einer abſoluten Nothwendigkeit ſeyn kann.

Es iſt ſehr bekannt, daß jeder Magnet ein eiſenartiger Körper iſt, und daß ſeine anziehende Kraft in eine große Menge eiſenartiger Körper eingeſchränkt iſt. Es giebt zweyerley Arten von Magneten, natürliche und künſtliche. Der natürliche Magnet, oder Magnetſtein (loadſtone) *) iſt ein eiſenhaltiges Sumpferz; künſtliche Magnete werden entweder durch die Berührung mit einem natürlichen, oder durch verſchiedene andre Proceſſe gebildet, welche jetzt erklärt werden ſollen.

Die eigentlichen Magneterze ſind kalkartig, oder einem Kalke oder der Aſche ähnlich, und haben meiſtens

*) Von Load (Angelſächſ.) oder leiten: wahrſcheinlich weil er den Seefahrern zur Leitung dient. *Adams* on magnetiſm. p. 377.

eine matte bräunliche Schwärze *). Es giebt auch rothe Magnete in Arabien, allein die mehreſten, welche in Europa gefunden werden, gleichen an Farbe dem verarbeiteten Eiſen. Ihre Härte iſt gerade hinreichend, daß man mit einem Stahle Feuerfunken ſchlagen kann, und die Feile greift ſie mit Mühe an. Sie ſind in Anſehung ihrer ſpecifiſchen Schwere unter einander ſehr verſchieden, und ſcheinen auſſer dem Eiſen noch verſchiedene Subſtanzen, als Thon- und Kieſelerde, zu enthalten. Kirwan iſt der Meinung, daß auch Schwefel in ihre Zuſammenſetzung komme, da die Erze, wenn ſie roth geglühet werden, nach demſelben riechen. Wahrſcheinlich können ſie auch bisweilen Nickel enthalten, weil dieſes Halbmetall, wenn es bis zu einem gewiſſen Grad gereinigt worden iſt, die Eigenſchaften des Magnets annimmt.

Natürliche Magnete werden, meiſtens in jedem Eiſenbergwerke, von verſchiedener Geſtalt und Größe gefunden. Einige alte Schriftſteller gedenken ſolcher Magnete, welche auf dem Waſſer ſchwimmen konnten **): dieſes waren wahrſcheinlich einige leichte, ſchwammige, vulkaniſche Subſtanzen, welche gleichſam mit Eiſen geſchwängert waren. In Virginien giebt es einen magnetiſchen Sand, welcher ungefehr die Hälfte Eiſen enthält. Diejenigen Magneten, welche das feinſte Korn beſitzen, ſind im höchſten Grade magnetiſch, und behalten dieſe Eigenſchaft länger, als alle übrigen ***).

Die großen und allgemein bekannten Eigenſchaften des Magnets ſind erſtlich ſeine anziehende Kraft; zweytens ſeine Polarität oder Neigung, ſich nach der Mittagsfläche zu richten; drittens die Eigenſchaft, ſich gegen die Erde zu neigen, oder ſein Inclinationsvermögen, und endlich viertens die Kraft, den Magnetiſmus andern eiſenartigen Körpern mitzutheilen.

*) Man ſ. *Kirwan's* mineralogy und *Cavallo* on magnetiſm.
**) Sie ſind überhaupt ungefehr ſieben Mal ſchwerer, als Waſſer.
***) Kirwan und Cavallo.

I. Magnete ziehen reines Eiſen ſtärker, als andre eiſenartige Körper an. Die Eiſenerze werden ſchwächer im Verhältniſſe der größern oder geringern Menge von Eiſentheilen, welche ſie enthalten, und je nachdem dieſe letztern ſich mehr oder weniger in einem metalliſchen Zuſtande befinden, angezogen. Die Stärke der Anziehung zwiſchen einem Magnete und Eiſen wird großentheils von dem Gewicht und der Geſtalt des Eiſens abhängen: jedoch haben uns weder Kunſt noch Erfahrung noch bis jetzt mit einer unveränderlichen Regel in dieſer Rückſicht bekannt gemacht.

Ein Magnet zieht einen andern Magnet, mit welchem er in Berührung gebracht wird, mit geringerer Stärke, als Eiſen, an ſich: allein die Anziehung zwiſchen zwey Magneten beginnt in einer größern Weite, als zwiſchen dem Magnet und dem Eiſen allein.

Da Eiſen in größern oder kleinern Mengen durch beynahe alle Körper verbreitet iſt, welche das Univerſum ausmachen, ſo iſt die Vorausſetzung leicht, daß die Anzahl der natürlichen Körper, die der magnetiſchen Anziehung unterworfen ſind, ſehr groß ſey. Die vollkommenen Metalle, als Platina, Gold und Silber, desgleichen Bley und Zinn, ſind indeſſen gänzliche Ausnahmen; ungeachtet ihre Kalke ein wenig angezogen werden. Ferner bezeugen thieriſche und vegetabiliſche Subſtanzen, ungeachtet ſie bekanntermaßen kleine Mengen von Eiſen enthalten, ſelten eher einige Neigung zur magnetiſchen Anziehung, als bis ſie verbrannt worden ſind †); obgleich behauptet worden iſt, daß die mehreſten Subſtanzen dadurch, daß ſie der Wirkung des Feuers ausgeſetzt werden, in gewiſſem Grade magnetiſch gemacht werden können.

Eiſen wird mit verſchiedenen Graden der Stärke, die ſich nach dem verſchiedenen Zuſtande richten, worin

†) Cavallo über den Magnet.

das Eiſen ſich befindet, angezogen. Es iſt jedoch in keinem Zuſtande, ſelbſt wenn es als reinſter Kalk, oder auch in einer Aufloͤſung dem Magnet genaͤhert wird, ganz unempfindlich gegen die magnetiſche Einwirkung. Weiches Eiſen wird am ſtaͤrkſten angezogen, Stahl ſchwaͤcher, als Eiſen, beſonders wenn er gehaͤrtet worden iſt, und die Eiſenkalke in verſchiedenen Graden †).

Muſchenbroek unternahm es, durch eine Reihe von Verſuchen die Staͤrke zu beſtimmen, womit der Magnet in verſchiedenen Entfernungen ſeine anziehende Kraft aͤuſſert. Er hieng einen cylindriſchen, zwey Zoll langen und ſechszehn Quentchen ſchweren Magnet an die Schaale einer genauen Waage, und ſtellte unter denſelben einen eiſernen Cylinder von der nehmlichen Geſtalt und Groͤße. Folgende Zahlen bezeichnen die Staͤrke, womit er in verſchiedenen Weiten angezogen wurde, durch Grane beſtimmt, welche in die andre Wagſchaale gelegt wurden.

In einer Entfernung von	6 Zollen	3	Gran.
	5. —	3½	—
	4. —	4½	—
	3. —	6.	—
	2. —	9.	—
	1. —	18.	—
Bey einer voͤlligen Beruͤhrung		87.	—

Dieſer Verſuch wuͤrde vielleicht verſtaͤndlicher geweſen ſeyn, wenn vorlaͤufig bemerkt worden waͤre, daß man annehme, die Anziehung zwiſchen dem Magnet und dem Eiſen ſey gegenſeitig. Wenn ein Magnet und ein Stuͤck Eiſen auf dem Waſſer frey ſchwimmen, ſo wird ſich der Magnet eben ſowohl dem Eiſen, als dieſes letztere dem erſtern naͤhern: wenn aber einer von beyden Koͤrpern unbeweglich gemacht wird, ſo wird ſich der andre zu dieſem hin bewegen *).

†) Ebenderſelbe a. a. O.

*) Man ſ. *Adams* on magnetiſm. p. 385.

Von den natürlichen Magneten beſitzen die kleinern, im Verhältniß ihrer Größe, eine ſtärkere anziehende Kraft, als die größern. Es hat natürliche Magneten von nicht mehr, als zwanzig bis dreyßig Gran Schwere gegeben, welche ein Stück Eiſen, das vierzig bis funfzig Mal ſchwerer wog, in die Höhe zogen; und man hat ſogar einen beſchrieben, der ungefähr drey Gran ſchwer war, und ein ſieben hundert und ſechs und vierzig Gran wiegendes, alſo zweyhundert und funfzig Mal ſein eignes Gewicht überſteigendes Stück Eiſen zu tragen im Stande war *). Was jedoch noch auſſerordentlicher iſt, und ſich doch nicht ſelten zuträgt, iſt dieſes, daß ein natürlicher Magnet, den man aus einem großen Magnet herausgeſchnitten hat, ein beträchtlicheres Gewicht zu tragen vermag, als derjenige, woraus man ihn geſchnitten hatte. Dieſer Umſtand kann mit Grunde von den fremdartigen Beſtandtheilen des gröſſern Magnets hergeleitet werden. Denn geſetzt, daß ein Theil des Magnetſteins, nehmlich der, welchen man herausgeſchnitten hat, eine beträchtliche Menge magnetiſcher Materie enthält, der übrige Theil aber unrein iſt, ſo wird dieſer letztere unreine Theil, ſo lange er mit dem andern vereiniget bleibt, die Wirkung von dieſem ſtöhren **).

Die Kraft eines Magnets iſt nicht zu allen Zeiten gleich ſtark: ſie wird zu einer Zeit Eiſen aus einer gröſſern Weite an ſich ziehen, als zu einer andern. Welcher Urſache dieſe Veränderlichkeit beygemeſſen werden müſſe, läßt ſich unmöglich mit Gewißheit beſtimmen, weil wir noch jetzt über die Urſachen aller magnetiſchen Erſcheinungen in einer eben ſo großen Unwiſſenheit leben, als ehedem. Vielleicht hängt ſie von der Temperatur des Magnets ab: denn es iſt bekannt, daß die magnetiſche Kraft allezeit durch die Hitze vermindert wird.

Die Magnete beſitzen von Natur eben ſo gut eine zurückſtoßende, als eine anziehende Kraft. Zwey Mag-

*) *Cavallo* on Magn. p. 36.

**) Cavallo a. a. O. S. 57.

netſtäbe zum Beyſpiele werden ſich gegenſeitig anziehen, wenn die zwey einander correſpondirenden Enden oder Pole in die Sphäre der gegenſeitigen Anziehung gebracht werden: allein wenn die feindlichen Pole in Berührung gebracht werden, so wird eine wechſelſeitige Zurückſtoſſung erfolgen *).

II. Die zweyte unterſcheidende Eigenſchaft des Magnets iſt die **Polarität**, oder mit deutlichern Worten: wenn ein Magnet in eine ſolche Lage gebracht wird, daß er frey diejenige Richtung annehmen kann, welche die natürlichſte für ihn iſt, zum Beyſpiel, wenn man ihn auf dem Waſſer mittelſt eines Stückchen Holz oder Kork ſchwimmend macht; wenn man ihn an einem dünnen Faden aufhängt, oder auf einen Zapfen legt, wie es bey der Nadel eines gemeinen Seekompaſſes zu geſchehen pflegt, ſo wird er ſich von ſelbſt der Länge nach genau in die Mittagsfläche ſtellen, das heißt, ein Ende wird gegen den Nordpol der Erde, das andre gegen den Südpol hingerichtet ſeyn. Die zwey Enden, welche mit den Erdpolen correſpondiren, heiſſen die Pole des Magnets, und in denſelben ſcheint die magnetiſche Kraft in ihrer gröſten Stärke zu ſeyn, indem ein Magnet an den Polen ein beträchtlicheres Gewicht tragen wird, als an irgend einem andern Theile **).

Dieſe Eigenſchaft des Magnets hat den Grund zu einer der nützlichſten Erfindungen für die Schiffkunde gemacht, welche der menſchliche Geiſt jemals entdeckt hat. Ehe dieſer untrügliche Führer gleichſam in den Dienſt des Seemanns aufgenommen war, wagte es ſelbſt der kühnſte Steuermann nicht, das Land aus dem Geſichte zu verliehren. Der Handel iſt daher durch dieſe Entdekkung weit mehr erleichtert und Schiffbrüche kommen nun minder häufig vor. Vor dem dreyzehnten Jahrhunderte hatte man noch keine Kenntniß von dieſer magnetiſchen Ei-

*) *Adams* on magnet. p. 389.
**) *Adams* on magnetiſm p. 387.

genſchaft. Jetzt iſt man allgemein darüber einverſtanden, daß ein Neapolitaner Flavio de Gioja, wo nicht Erfinder des Seecompaſſes, doch wenigſtens der erſte geweſen iſt, welcher bey Führung von Schiffen im mittländiſchen Meere Gebrauch davon gemacht hat *). Die Chineſer haben auf die Ehre dieſer und einiger andern europäiſchen Entdeckungen lächerliche Anſprüche gemacht: allein die Fabeln dieſes barbariſchen Volkes dürfen eben ſo wenig, als die Behauptungen ihrer Lobredner, der Jeſuiten und Heiden (infidel.), in Betrachtung gezogen werden †).

Beyde Eigenſchaften der Anziehung und Zurückſtoſſung haben einen genauen Zuſammenhang mit der Polarität des Magnets. Aus dieſem Grunde hat man ohne Ausnahme gefunden, daß in zwey Magneten eine anziehende Kraft zwiſchen den zwey entgegen geſetzten Polen, und eine zurückſtoßende zwiſchen den beyden gleichnahmigen Statt finde. Wenn zum Beyſpiel der Nordpol des einen dem Nordpole des andern Magneten nahe gebracht wird, ſo findet eine gegenſeitige Zurückſtoßung Statt; wenn aber der Südpol des einen an dem Nordpole des andern gehalten wird, ſo werden ſich beyde einander anziehen. Und wenn aus den nehmlichen Gründen ein Magnet durch ſeine Axe zerſchnitten wird, ſo werden die Theile oder Segmente des Steins, welche zuvor mit einander vereinigt waren, ſich nun zurückſtoßen und gleichſam fliehen **). Wenn zwey Magnete von einer ſphäriſchen Geſtalt frey aufgehangen werden, ſo wird ſich der eine nach dem andern, und beyde nach den Polen der Erde richten. Dieſer Einfluß eines Magnets auf einen andern heißt die Directionskraft, und dieſe wirkt in einer größern Weite, als die anziehende Kraft. Man kann dieſes dadurch beweiſen, daß man einen Magnet in die Schaale einer empfindlichen Waage

*) Cavallo's Abhandl. d. Lehre v. Magnet. S. 27. 28. 29.

†) Man ſ. Adams a. a. O. Seit. 409.

**) Adams a. a. O. S. 444.

legt, und einen zweyten in einer ſolchen Entfernung von der Schaale hält, in welcher er die Richtung des erſtern abzuändern im Stande iſt, und es wird in dieſem nicht die geringſte Anziehung hervor gebracht werden *). Wenn zwey Magnete von einer ſphäriſchen Geſtalt frey aufgehängt werden, ſo wird ſich der eine nach dem andern, ſo wie nach den Erdpolen richten. Dieſer Einfluß des einen Magneten auf einen andern wird die Directionskraft genennt, und dieſe Kraft wirkt in einer größern Weite, als die anziehende Kraft des Magnets. Man kann dieſes dadurch beweiſen, daß man einen Magnet in eine Wagſchaale legt, und den andern in der nehmlichen Entfernung hält, in welcher er auf die Abänderung der Richtung eines andern Magnets zu wirken im Stande iſt; in dieſem Falle wird nicht die geringſte Spur von einer Anziehung bemerkt werden **). Wenn eine Menge Eiſenfeile gelind über einen Magnet weggeſtäubet wird, ſo werden ſich dieſe einzelnen Eiſentheilchen auf eine wunderbare Weiſe um den Magnet herum legen. Dieſe Wirkung muß einzig und allein von der Directionskraft des Magnets hergeleitet werden. Denn die Eiſentheilchen nehmen durch ihre Berührung des Magnets eine magnetiſche Kraft an, das heißt, ſie werden ſelbſt kleine Magneten und ordnen ſich nach der Polarität des großen Magnets ***).

Weder die Directions- noch die Anziehungskraft wird durch die Zwiſchenſtellung eines fremden oder dritten Körpers vermindert. Stahlfeile, welche über eine Platte von Metall oder Holz oder über einen andern nicht magnetiſchen Körper weggeſtreuet worden iſt, wird durch die Bewegung eines Magnets unter der Platte bewegt werden. Eiſenhaltige Körper werden mit der nehmlichen Leichtigkeit und in der nehmlichen Entfernung im luftverdünnten Rau-

*) Man ſ. *Adams* on Magnetism. p. 444.

**) Man ſ. *Cavallo* l. c. p. 98.

***) Ebendaſ. *Nicholſon's* philoſoph. vol. II. p. 296.

me, als in der freyen atmoſphäriſchen Luft angezogen werden †).

Man hat gefunden, daß natürliche Magnete oft mehr als zwey Pole haben, oder mit andern Worten, daß die Pole eines andern regelmäſig gebildeten Magnets von verſchiedenen Theilen der Oberfläche dieſes unregelmäſigen Magnets angezogen werden. Dieſer Umſtand hängt von der Geſtalt und heterogenen Natur dieſer unregelmäſigen Magnete ab. Denn ein guter Magnetſtein beſitzt allezeit eine gleichförmige Textur, und hat zwey Pole, welche dergeſtalt in zwey entgegen geſetzten Punkten ſeiner Oberfläche liegen, daß eine durch dieſe beyden Pole gezogene Linie gerade durch den Mittelpunkt des Magnets gehen würde ††). Wenn ein Magnet mehr als zwey Pole von gleicher Stärke beſitzt, ſo können die überzähligen Pole eine ſolche Lage haben, daß der Magnet ſich, nach der Kunſtſprache, nicht richten (traverſe) wird; das heißt, er wird, wenn er an einem Faden aufgehangen, oder auf das Waſſer gelegt wird, nicht die gewöhnliche Richtung nach dem Erdpole annehmen †††).

Die magnetiſche Mittagslinie fällt ſelten genau mit der wahren Mittagslinie zuſammen, ſondern man hat allgemein beobachtet, daß ſie um einige Grade von der wahren Richtung nach Norden und Süden abweicht. Man nennt dieſe Erſcheinung die magnetiſche Abweichung (declinatio). Die Magnetnadel weicht bisweilen nach Oſten und bisweilen nach Weſten ab, und dieſe Abweichung findet nicht allein an verſchiedenen Orten, ſondern auch an dem nehmlichen Orte zu verſchiedenen Zeiten Statt. Die Abweichung von London iſt jetzt nicht mehr die nehmliche, welche ſie vor einigen Jahren war *). Sogar ſcheinen ei-

†) S. Enfield's inſtitut. p. 340.

††) Cavalls a. a. O. S. 40.

†††) Ebendaſelbſt S. 43.

*) Die folgende Tabelle zeigt die mittlere Abweichung der Magnetnadel zu verſchiedenen Zeiten in Paris und London.

nige ſehr genaue Beobachtungen zu beſtimmen, daß die Abweichung zu verſchiedenen Zeiten des Tages verſchieden ſey *).

Im Jahr 1580. zu Paris	11°, 30′ öſtl.	Im Jahr 1576. zu London	11° 15′ öſtl.
Im Jahr 1610. —	8, 0. öſtl.	J. Jahr 1634. zu Lond.	4 5. —
1640. —	3, 0. —	— 1657. —	0 0. —
1666. —	0, 0. —	— 1665. —	1 22. weſtl.
1670. —	1, 30. weſtl.	— 1692. —	6 0. —
1700. —	8. 12 —	— 1730. —	10 15. —
1728. —	14, 0. —	— 1756. —	15 15. —
1771. —	19. 45. —	— 1774. —	21 16. —
		— 1776. —	21 47. —

In der Nähe der Linie, unter einer Länge von 40° öſtl. war die gröſte Abweichung des Magnets von dem Jahre 1700 bis zu 1750 17° 15′ weſtl. und die geringſte 16° 30′ weſtl. Unter einer nördlichen Breite von 15° und einer weſtlichen Länge von 60° war die Abweichung unveränderlich 5° öſtlich. Unter einer ſüdlichen Breite von 10° und einer öſtlichen Länge von 60° nahm die Abweichung von 17° weſtlich bis zu 7° 15′ weſtlich ab. Unter einer ſüdlichen Breite von 10° und einer weſtlichen Länge von 5° nahm ſie von 2° 15′ bis zu 12° 45′ weſtlich zu: unter einer nördlichen Breite von 15° und einer weſtlichen Länge von 20° nahm ſie von 1° bis zu 9° weſtlich zu. In dem indiſchen Meere ſind die Unregelmäſigkeiten gröſer: denn im J. 1700 ſcheinen die weſtlichen Variationen regelmäſig von 50° öſtlicher Länge bis zu 100° öſtlicher Länge abgenommen zu haben: aber im J. 1756 nahm die Abweichung ſo ſchnell ab, daß ſie unter einer öſtlichen Länge von 80°, 85° und 90° öſtlich, unter 95° und 100° aber weſtlich war.

Im Jahr 1775. war die magnetiſche Abweichung unter einer ſüdlichen Breite, von 58° 17′ und einer öſtlichen Länge von 248° 16′ = 0° 16′ weſtlich: unter einer nördlichen Breite von 2° 24′ und weſtl. L. von 2° 24′ und W. L. von 32° 12′ war ſie 0° 14′ 45″ weſtlich, unter 50° 6′ 30″ N. B. und 4° 0′ W. L. betrug ſie 19° 28′ weſtlich. Man ſ. *Enfield's* inſtit. of philoſ.

*) S. *Adams* on Magnet. p. 415. 416.

Man hat verſucht, die Polarität des Magnets dadurch zu erklären, daß man annahm, die Erde wäre ein großer Magnetſtein, oder es wäre wenigſtens eine Maſſe von Eiſenmaterie, welche einem ſolchen Magnet gleich käme, in dem Innern der Erde enthalten, nach welcher ſich alle kleinere Magnete ſchlechterdings richten müßten. Man hat daher gleichfalls nach ähnlichen Principien die Veränderung oder Abweichung der Magnetnadel zu erklären geſucht. Wenn man annimmt, daß die Maſſe von Eiſen- oder Magnetmaterie, welche in der Erde enthalten iſt, auf alle magnetiſche Subſtanzen wirkt, und daß dieſe Maſſe ihre Lage und Zuſammenſetzung durch die unterirdiſchen Feuer ſehr regelmäſig verändert, ſo iſt es ſehr leicht einzuſehen, daß die Magnetnadel beträchtlichen Veränderungen, dieſer wichtigen Bewegungen wegen, unterworfen ſeyn werde *).

Der magnetiſche Mittelpunkt iſt derjenige Punkt zwiſchen den beyden Polen, wo der Magnet weder Anziehung noch Zurückſtoßung äuſſert. Wenn indeſſen ein Stück von dem Magnetſtabe an einem von beyden Polen abgebrochen wird, ſo wird dieſes Stück ein vollkommener Magnet ſeyn, indem es zwey Pole und einen magnetiſchen Mittelpunkt beſitzt, ungeachtet es urſprünglich einen Theile des Magnets angehören konnte, welchem ohne Einſchränkung eine gewiſſe Polarität eigen war †).

III. Magnete ſcheinen, während ſie andre Körper anziehen, ſelbſt der Anziehung der Erde unterworfen zu ſeyn; denn ein Magnet, oder eine Magnetnadel neigt ſich, wenn ſie eine ſolche Lage oder Stellung bekommt, daß ſie nach ihrem natürlichen Antriebe frey wirken kann, mit dem einen Pole ein wenig gegen die Erde hin, während der andre Pol ſich verhältnißmäſig in die Höhe hebt. Dieſe Erſcheinung nennt man die Neigung des Magnets (the dilling). Man hat gefunden, daß ſie in verſchiedenen

*) S. *Nicholſon's* philoſ.

†) Man ſ. *Cavallo* a. a. O. S. 218.

nen Breiten verſchieden iſt. Unter der Linie nimmt die Magnetnadel eine faſt horizontale Richtung; in der nördlichen Hälfte unſrer Erde wird der Südpol niedergedrückt oder angezogen und in den ſüdlichen Breiten erleidet der Nordpol der Nadel eine ähnliche Niederdrückung.

Dieſe Eigenſchaft des Magnets wird aus dem nehmlichen Princip wie die vorhergehende erklärt. Nehmlich man nimmt an, daß die Erde wegen der Menge von Eiſenmaterie, welche in ihr enthalten iſt, wie ein auſſerordentlich großer Magnetſtein wirke, der an ſeinen Polen die Pole der über ſeiner Oberfläche aufgehangenen andern Magnete anzieht. Es iſt ſchon mehr, als einmal wiederhohlt worden, daß Magnete einander an ihren entgegen geſetzten Polen anziehen. Wenn alſo ein kleiner Magnet oder eine Magnetnadel an einem Faden über einen größern Magnet aufgehangen wird, daß ſich die Pole der erſtern in einer gleichen Entfernung von den Polen des letztern befinden, ſo wird die erſtere in einer horizontalen Lage bleiben. Allein wenn ſie nach der einen oder der andern Gegend hin bewegt worden iſt, das heißt, wenn ein Pol von dem kleinern Magnet gegen den entgegen geſetzten Pol des größern hin bewegt wird, ſo wird der erſtere ſenkrecht angezogen werden. Dieſes erläutert den Neigungs-Compaß genau, deſſen Nadel unter der Linie im Gleichgewicht bleibt, allein ſich nach einer ſenkrechten Stellung hin neigt, ſo wie ſie ſich den Erdpolen nähert. Dieſe Theorie gewinnt noch mehr durch den Umſtand, daß die Neigung der Magnetnadel in dem Verhältniſſe zunimmt, in welchem man ſich einem von beyden Erdpolen nähert.

IV. Die magnetiſche Kraft kann dem Eiſen mitgetheilt werden:

Erſtlich durch die Berührung mit einem wirklichen Magnet. Auf dieſe Weiſe werden die künſtlichen Magnete im Allgemeinen zubereitet. Dieſe Eigenſchaft, magnetiſche Kraft mitzutheilen, iſt indeſſen nicht auf den natürli-

chen Magnet eingeſchränkt. Denn künſtliche Magnete ſind ebenfalls vermögend, dieſe Kraft, ohne ſich ſelbſt zu ſchwächen *), dem friſchen Eiſen mitzutheilen. Sie kann auf dieſe Art von einem Stück Eiſen in andre bis ins Unendliche übergeleitet werden. Ein ſchwacher Magnet kann auch durch die Anbringung eines ſtärkern zu einem höhern Grad von Kraft gebracht werden.

Weiches Eiſen nimmt den Magnetiſmus mit einer größern Leichtigkeit an, als gehärtetes, oder Stahl: allein die Kraft iſt nicht ſo dauerhaft. Harter Stahl wird dieſelbe mehrere Jahre ohne irgend eine Verminderung behalten.

Um künſtliche Magnete von auſſerordentlicher Kraft zu verfertigen, iſt einige Geſchicklichkeit nothwendig. Ein einziger Magnet kann keinen höhern Grad von Kraft mittheilen, als er ſelbſt beſitzt: allein einige mit einander verbundene Magnetſtäbe werden dem Stahl eine Kraft mittheilen, welche ihrer vereinigten Kraft gleich iſt. Es iſt leicht einzuſehen, daß die mitgetheilte Kraft im Verhältniſſe mit der Annäherung des Eiſens zum Magnet ſtehen werde. Um alſo einen ſehr hohen Grad von Magnetiſmus zu erlangen, muß das Eiſen eine Zeit lang mit dem Magnet in Verbindung gelaſſen werden.

Es giebt verſchiedene ſonderbare, die Mittheilung des Magnets betreffende Erſcheinungen. Die Natur des mitgetheilten Magnetiſmus wird oft von der Länge des Eiſenſtabes abhängen, welcher mit dem Magnet in Berührung gebracht worden iſt. Wenn zum Beyſpiel der Nordpol eines Magnets an das Ende eines langen Stabes von Eiſen gebracht worden iſt, ſo wird dieſes Ende im Verlaufe des Magnetiſirens eine entgegen geſetzte Kraft annehmen und ein Südpol werden: in einem nicht weit davon entfernten Theile dieſes Stabes wird ſich ein neuer Nordpol finden,

*) Man hat ſogar verſichert, daß die Kraft eines Magnets durch die Mittheilung mehr zu, als abgenommen habe. — *Cavallo.*

in einiger Entfernung davon wieder ein Südpol, und ſo wechſelsweiſe, bis die Kraft gänzlich null iſt. Die Menge dieſer auf einander folgenden Pole hängt von der Stärke des Magnetiſmus und der Länge des eiſernen Stabes ab. Wenn indeſſen der Stab eine mäſige Länge hat, ſo bekommt er zwey regelmäſige Pole **).

Die Polarität eines Eiſenſtabes kann dadurch, daß man den Pol eines Magnets längs über ſeine Oberfläche nach und nach hinweg bewegt, verändert werden. Wenn daher der Nordpol eines Magnets an das Ende eines magnetiſirten Stabes von Eiſen, welches der Südpol war, gebracht und nach und nach über den Stab hin bewegt wird, ſo wird das andre Ende, welches zuvor der Nordpol war, in dieſem Falle eine ſüdliche Polarität bekommen ***).

Wenn ein Draht, welcher magnetiſch gemacht worden iſt, gedreht wird, ſo wird ſeine Kraft beträchtlich unterbrochen und in Unordnung gebracht. In einigen Theilen wird er anziehen, in andern wird er zurückſtoßen, und ſelbſt in einigen Stellen ſcheint die eine Seite des Drahtes von dem nehmlichen Pole eines Magnetſteins angezogen, und an der andern Seite zurückgeſtoßen zu werden ***).
Dieſe und ähnliche Erſcheinungen ſcheinen anzuzeigen, daß viel von der magnetiſchen Kraft von dem innern Bau der magnetiſirten Subſtanz abhängt.

Jedes Stück Eiſen iſt blos einen gewiſſen Grad von magnetiſcher Kraft anzunehmen und zu behalten im Stande. Wenn ein ſtarker Magnet an ein kleines Stück Stahl gehalten wird, ſo ſcheint der Stahl, während der Magnet einen Einfluß auf ihn äuſſert, ſtark magnetiſirt; allein wenn der Magnet weggenommen worden iſt, ſo ſchränkt ſich ſeine Kraft auf einen gewiſſen geringern Grad ein,

D 2

**) *Cavallo* a. a. O. Th. I. Kap. 7.
**) Ebendaſelbſt.
***) Man ſ. *Ree's* Encyclop. art. *Magnet*; und *Adams* on Magn. p. 399.

welchen man den Sättigungspunkt nennen könnte *). Jedoch können eine Menge magnetiſirter Stahlſtäbe ſo mit einander verbunden werden, daß ſie einen ausnehmend ſtarken zuſammengeſetzten Magnet bilden **).

Zweytens wird Eiſen gleichſam von ſelbſt magnetiſch, wenn es blos eine beträchtliche Zeit in einer ſenkrechten Lage gegen die Oberfläche der Erde gehalten wird. In unſrer Erdfläche wird das untere Ende eines ſolchen Eiſens den Nordpol, und folglich in dem ſüdlichen Hemiſphärium den Südpol annehmen. Dieſe Erſcheinung wird gleichfalls aus dem Magnetiſmus der Erde erklärt, welcher ſeine Kraft eiſenhaltigen Körpern, wenn gleich in faſt unmerklichen Graden, mittheilt. Alle eiſerne Stäbe vor den Fenſtern u. ſ. w. werden oft ſtark magnetiſirt angetroffen ***).

Die ſenkrechte Lage der eiſernen Stäbe iſt jedoch nicht die günſtigſte, um ſie von ſelbſt magnetiſch zu machen, ſondern man muß ſie vielmehr nach der Richtung der Inclinations-Nadel legen. Und in der That ſcheint die magnetiſche Kraft, welche ein ſolcher Stab annimmt, im Verhältniß mit dem Grade zu ſtehen, in welchem ſich der Stab dieſer Richtung nähert. Gehärtetes Eiſen oder Stahl nimmt wenig oder gar keinen Magnetiſmus von der Erde wegen ſeiner größern Unempfindlichkeit gegen magnetiſche Einflüſſe an. Allein es iſt hinlänglich bekannt, daß Eiſen durch die Einwirkung der atmoſphäriſchen Luft hart wird: es iſt aus dieſem Grunde behauptet worden, daß Stangen von weichem Eiſen, welche lange Zeit in einer magnetiſchen Richtung geſtanden haben, einen eben ſo ſtarken Magnetiſmus erlangt haben, als gute natürliche Magnete ****).

*) Man ſ. *Cavallo* a. a. S. 92.

**) Ebendaſelbſt.

***) Leeuwenhoek erwähnt eines eiſernen Kreutzes auf einem Thurme, welches eine ſehr ſtarke Polarität angenommen hatte. Man ſ. *Adams* on magnet. p. 432.

****) *Cavallo.*

Eine Eiſenſtange, welche bis zum Rothglühen erhitzt und nachher in der Richtung der Inclinations-Nadel erkaltet oder im Waſſer abgelöſcht worden iſt, erhält einen Grad von magnetiſcher Kraft, welcher mit ihrer Natur und den Umſtänden, unter welchen ſie erkaltete, im Verhältniß ſteht *).

Drittens kann eine Eiſenſtange magnetiſirt werden, wenn man ſie in der Richtung der Inclinations-Nadel befeſtigt, und in einerley Richtung ſtark mit einem polirten ſtählernen Inſtrumente reibt **).

Viertens wird jede heftige Erſchütterung einer Eiſenſtange in einer ſenkrechten Richtung Polarität und die übrigen magnetiſchen Eigenſchaften mittheilen. Einige Schläge mit einem Hammer werden dieſe Wirkung hervorbringen: und ſchlägt man erſt auf das eine und dann auf das andre Ende, ſo können die Pole umgeändert werden. Wenn ein langes Stück Draht einige Mal rückwärts und vorwärts gebogen, und hernach an der gebogenen Stelle gebrochen wird, ſo wird er auf dem Bruche magnetiſirt werden †).

Fünftens nimmt jedes Inſtrument von hartem Eiſen durch jede lebhafte Handlung, zum Beyſpiel durch Hämmern, Feilen und dergleichen einen überhin gehenden Magnetiſmus an, und zieht, ſo lange es warm iſt, Feilſpäne oder andre kleine Stückchen Eiſen an ſich ††). Ich bin geneigt zu glauben, daß dieſe Erſcheinung großentheils von der ungleichen Textur dieſer Inſtrumente abhängen müſſe. Wenn wir annehmen, daß ſie aus harten und weichen Theilchen zuſammengeſetzt ſind, ſo werden die letztern leicht einen überhin gehenden Magnetiſmus annehmen.

*) Adams und Cavallo.

**) Nicholſon a. a. O. S. 292.

†) *Adams* on Magn. p. 444.

††) S. *Rees* Encyclop. art. *Magnet.*

Sechstens hängen alle die drey zuletzt erwähnten Wirkungen genau von der nehmlichen Urſache ab, und vielleicht können wir ihnen den durch die Elektrizität verurſachten Magnetiſmus beyfügen. Wenn ein Stab von Eiſen horizontal in den magnetiſchen Mittagskreis gelegt, und der elektriſchen Erſchütterung ausgeſetzt worden iſt, die Richtung des elekriſchen Strohms durch den Stab hindurch mag ſeyn, welche ſie wolle, ſo wird das Ende, welches gegen Norden gerichtet iſt, den Nordpol bekommen; und wenn der Stab eine ſenkrechte Lage hat, ſo wird er ſich nach den gewöhnlichen Geſetzen des mitgetheilten Magnetiſmus richten, das heißt, in unſrer nördlichen Hemiſphäre wird dasjenige Ende, welches gegen die Erde hin gerichtet iſt, Nordpol werden *). Der Blitz iſt unter allen natürlichen Kräften am meiſten geſchickt, einen unmittelbaren Magnetiſmus hervor zu bringen: er magnetiſirt gehärteten Stahl in einem Augenblick ſtark, und kehrt die Pole einer Magnetnadel eben ſo ſchnell um **).

Eine der ſonderbarſten Eigenſchaften des Magnets iſt theils das Wachsthum ſeiner Kraft, welches durch ein allmähliges Erhöhen des an ihm gehängten Gewichts erhalten werden kann, theils die ſtufenweiſe Abnahme ſeiner natürlichen Stärke durch den Nichtgebrauch ***). Wenn ein Magnet mit einem Gewicht von Eiſen, ſo ſchwer er es nehmlich tragen kann, aufgehängt wird, ſo kann man ihn, wenn man allmählig, zum Beyſpiele täglich einige Gran, Gewicht zuſetzt, dahin bringen, daß er faſt das doppelte Gewicht von dem trägt, was er Anfangs zu tragen im Stande war. Es iſt indeſſen aus dem, was zuvor angemerkt worden iſt, wahrſcheinlich, daß dieſe Kraft ihre Gränzen habe.

Wenn ein etwas ſchwereres Stück Eiſen, als ein Magnet ertragen kann, an den Polen eines Magnets an-

*) Cavallo.
**) S. Adams on magnet. p. 398.
***) Cavallo a. a. O. S. 25.

gebracht wird, ſo iſt es einleuchtend, daß es, ſobald man die Hand wegzieht, fallen muß. Allein wenn ein andres Stück Eiſen in einer geringen Entfernung von dem erſtern gehalten wird, ſo wird der Magnet im Stande ſeyn, das erſtere Stück Eiſen zu tragen. Der Grund von dieſer Erſcheinung iſt, daß beyde Stücke Eiſen magnetiſch geworden ſind, indem das erſtere durch ſeine Berührung des urſprünglichen Magnets zu einem künſtlichen Magnet geworden iſt, und an Kraft durch das zweyte Stück Eiſen zugenommen hat, folglich eines größern Grades der Anziehung gegen den natürlichen Magnet fähig gemacht worden iſt *). Um dieſes vollkommen klar zu machen, muß nothwendig bemerkt werden, daß ein Stück Eiſen, welches in eine gewiſſe Entfernung von einem Magnet gebracht wird, ſelbſt alle magnetiſchen Eigenſchaften bekommt, und daß der Theil des Eiſens, welcher dem Magnet am nächſten liegt, eine entgegengeſetzte Polarität erhält. Wenn daher eine magnetiſche Kette aus verſchiedenen Stücken Eiſen zuſammengeſetzt wird, ſo iſt jedes Stück an und für ſich ſelbſt ein vollkommener Magnet, und ſie verſtärken ihre magnetiſche Kraft gegenſeitig **), wie es von allen einander berührenden Magneten bekannt iſt.

Die magnetiſche Kraft wird vermindert:

Erſtlich durch den Nichtgebrauch; beſonders wenn der Magnet ohne Eiſen liegt, oder dem Roſte überlaſſen wird. Magnete werden ferner ſchwächer werden, wofern ſie nicht an einander mit den entgegengeſetzten Polen gehalten, und die Enden mit Stücken Eiſen verbunden werden: ſie dürfen einander nie anders, als in dieſer Lage, berühren. Der Südpol ſollte in unſrer nördlichen Halbkugel allezeit zum Tragen des Eiſens angewendet werden. Ein gerader Magnet wird geſchwächt werden, wofern ſein Südpol nicht nach Norden in der Rich-

*) Man ſ. Cavallo a. a. O. S. 200.

**) Man ſ. Cavallo S. 30. und 203.

ſung der Magnetnadel, oder niederwärts in der Richtung der Inclinations-Nadel gekehrt iſt *).

Zweytens wird die Stärke eines Magnets durch Hitze geſchwächt, und die von den Scheidekünſtlern ſogenannte weiße Glühhitze zerſtöhrt den Magnetiſmus ganz und gar **). Aus dieſem Grundſatze unternahm Herr Canton die Erklärung der täglichen Abweichung des Compaſſes. Er nahm nehmlich an, daß ſie von der Erhitzung und Abkühlung der magnetiſchen Subſtanzen in der Erde abhänge. Dieſe Theorie hat er durch folgenden Verſuch erläutert: — ungefehr ONO von einem Compaſſe ſtellte er einen kleinen Magnet genau in eine ſolche Entfernung, daß der Magnetiſmus ſeines Südpols gerade hinreichend war, den Nordpol der Magnetnadel auf den NO Punkt, oder auf fünf und vierzig Grad zu ziehen. Er erhitzte den Magnet dadurch, daß er über denſelben hinweg ein kupfernes Gefäß ſtellte, worinn er ohngefehr zwey Unzen kochendes Waſſer goß. Er bemerkte hierauf, daß die Nadel ſich, ſo wie ſich der Magnet allmählig erhitzte, ſieben bis acht Minuten lang ungefehr drey Viertel eines Grades weſtwärts bewegte, und bey vier und vierzig und einem Viertel Grad feſt ſtehen blieb. Nach neun Minuten gieng die Nadel wieder um einen Viertelsgrad rückwärts, allein es dauerte einige Stunden, ehe ſie wieder auf ihren erſten Stand, nehmlich auf fünf und vierzig Grad zurück kam ***).

Drittens tragen überhaupt die nehmlichen Mittel, welche die Mittheilung des Magnetiſmus an eiſerne Körper erleichtern, auch dazu bey, diejenigen Subſtanzen, welche wirklich magnetiſch ſind, ihres Magnetiſmus zu berauben. Jede Art von heftiger Erſchütterung ſchwächt

*) S. *Adams* on magnetiſm. p. 397. 443.

**) Cavallo S. 35.

***) *Adams* on magnet. p. 417.

die Kräfte eines Magnets, und ein ſehr ſtarker Magnet iſt durch einige ſtarke Hammerſchläge ſeines Magnetiſmus gänzlich beraubt worden *). Dieſe Wirkung ſcheint hauptſächlich von den in Unordnung gebrachten Theilen der magnetiſchen Körper herzurühren. Wenn daher eine trockene Glasröhre mit Eiſenfeile gefüllt wird, ſo kann ſie durch die Berührung eines Magnetſteins eben ſo magnetiſirt werden, als wenn ſie ein eiſerner Stab wäre. Allein die ſchwächſte Bewegung, welche die Lage der Feilſpäne ändert, wird die magnetiſche Kraft ſogleich zerſtöhren **).

Viertens wird der elektriſche Schlag, welcher dem vorher nicht magnetiſchen Eiſen den ſtärkſten Magnetiſmus mittheilt, die Kraft eines wirklichen Magnets auf die nehmliche Weiſe vermindern und ſogar zerſtöhren. Die Elektrizität wird ferner die Pole eines Magnets bisweilen umkehren †).

Die Erſcheinungen des Magnetiſmus würden unter den Wundern der Naturlehre allein und iſolirt ſtehen, wofern wir nicht annähmen, daß die Anziehung der Gravitation eine Art von allgemeinem Magnetiſmus ſey, welcher auf alle die verſchiedenen Körper: woraus dieſes Univerſum zuſammengeſetzt iſt, ohne Unterſchied wirkt. Zwiſchen der Elektrizität und dem Magnetiſmus ſind gewiſſe Aehnlichkeiten aufgefunden, oder vielmehr erdacht worden. Beyde Kräfte werden durch Reibung erregt, und die magnetiſche Polarität hat man mit den zwey Zuſtänden von poſitiver und negativer Elektrizität verglichen. Die Aehnlichkeit erhält ferner durch die Möglichkeit, die elektriſche Kraft dem Eiſen mittelſt elektriſcher Erſcheinungen mitzutheilen, einiges Gewicht, und man hat angenommen, daß der Nordſchein, welchen man allgemein für eine elektriſche Erſcheinung hält, einigen Einfluß auf die Veränderung der Magnetnadel äuſſere. Ich muß jedoch geſtehen, daß

*) Ebendaſelbſt S. 443.

**) Ebendaſ. S. 444.

†) *Cavallo* P. I. c. 7. und *Adams* on magnet. p. 446.

mir dieſe Kräfte, jener Aehnlichkeiten ungeachtet, weſentlich verſchieden zu ſeyn ſcheinen. Denn die elektriſchen Erſcheinungen werden von elektriſchen Körpern nicht zu allen Zeiten, ſondern blos dann geäuſſert, wenn ſie ſich in einem Zuſtande der Erregung befinden. Wenn die elektriſche Kraft von einem Körper einem andern mitgetheilt wird, ſo verliehrt der mittheilende Körper verhältnißmäſig von ſeiner eigenen Kraft. Allein die Kraft eines Magnets wächst vielmehr durch Mittheilung des Magnetiſmus an einen andern Körper, als daß er dadurch geſchwächt werden ſollte. Die elektriſche Materie iſt ſichtbar, da hingegen die wirkliche Exiſtenz einer magnetiſchen Flüſſigkeit mit Recht noch zweifelhaft iſt. Auſſerdem hat die Elektrizität mit einer andern augenſcheinlich ſehr verſchiedenen Kraft in der Natur eine ſo genaue Aehnlichkeit, daß es keinen Grund geben kann, ſie auf eine andre Kraft zurück zu führen, mit welcher ſie eine ſehr unbedeutende und, höchſt wahrſcheinlich, blos zufällige Uebereinſtimmung hat.

Die Polarität des Magnets, ſo wie auch die Neigung der Magnetnadel, ſind, aller Wahrſcheinlichkeit nach, bloße Wirkungen ſeiner Haupteigenſchaft, der Attraction, weil beyde bequem aus der ſtarken und beſondern Anziehung erklärt werden können, welche der Magnet gegen die Erde, oder vielmehr gegen die ungeheure Maſſe von Eiſenmaterie, die in der Erde enthalten iſt, zu äuſſern ſcheint. Man hat meiſtentheils angenommen, daß die Anziehung des Magnets von der Wirkſamkeit einer feinen Materie abhänge, welche um die Erde herum circulire, und in die Poren des Magnets ſelbſt und aller von demſelben angezogenen Körper eindringe. Ich bekenne, daß die Theorien, welche auf dieſe Hypotheſe gegründet ſind, mir in dem einzigen Beweiſe, welcher in der Naturlehre angenommen werden kann, ich meine die wirkliche Beobachtung, ſo mangelhaft zu ſeyn ſcheinen, daß ich geneigt bin, die Urſache des Magnetiſmus als eins der bis jetzt noch unentdeckten Principien in der Naturlehre anzuſehen.

Ich bin nicht unbedachtſam genug, um der Einbildungskraft in ihrer Lieblingsneigung, unſichtbare Principien zur Unterſtützung ſcheinbarer Theorien, die ein leichter und zufälliger Verſuch in kurzer Zeit umſtürzen kann, zu ſchaffen, Vorſchub zu thun. Wir ſind in Anſehung der Natur der Gravitation und der gemeinen Anziehung, des Zuſammenhangs und der Verbindung gleich unwiſſend. Es iſt eine alte, oft gemachte Bemerkung, daß es gewiſſe Punkte giebt, bey welchen der menſchliche Geiſt in allen ſeinen Unterſuchungen aufgehalten wird. Es würde dieſes ein gefährlicher Grundſatz ſeyn, wenn er die Trägheit beförderte, oder unſern Eifer in Verfolgung der Naturkenntniß auf dem einzig ſichern Wege der Erfahrung erkältete. Allein dann nicht mehr, wenn jene Bemerkung unſre Einbildungskraft zügelt, und einzig und allein dazu dient, unſern Hang zur Errichtung von Syſtemen, welche keinen andern Endzweck haben, als das unangenehme, aber nützliche Gefühl des Zweifelns und der Neugier auf einen Augenblick zu entfernen, in gehörigen Schranken zu halten.

Ich werde mein Werk daher nicht mit der Auseinanderſetzung von Syſtemen beſchweren, welchen ich mich nicht geneigt fühle meinen Beyfall zu geben, ſondern ich laſſe es dabey bewenden, meine Leſer, welche eine deutliche, und, wie mir deucht, richtige Würdigung der wahrſcheinlichſten Theorien über die Urſachen des Magnetiſmus zu leſen wünſchen, auf einen Schriftſteller zu verweiſen, dem ich manche Verbindlichkeit zu verdanken habe, und deſſen Verluſt ich als Freund nicht genug beklagen kann, nehmlich auf des verſtorbenen Adams ſinnreichen Eſſay on magnetiſm*).

*) Es iſt an des nehmlichen Verfaſſers Eſſay on electricity angedruckt. In dieſem Buche wird der Leſer, welcher ſich mit dem praktiſchen und Verſuche lehrenden Theile des Magnetiſmus unterhalten will, eine ſchöne und leichte Anleitung finden.

Zweytes Buch.

Von der Natur des Feuers.

Erſtes Kapitel.

Geſchichte der Entdeckungen in Anſehung des Feuers und der Hitze.

Meinungen der Alten — des Baco, Boyle und Newton. — Des Homberg, 's Graveſand und Lemery. — Erfindung des Thermometers. — Meinung des Boerhaave. — Große Entdeckung des Dr. Black.

So wunderbar iſt die Natur, ſo ausgebreitet die Wirkung, ſo vorzüglich die Kraft des Feuers, daß eine der gröſten Nationen des Alterthums *) daſſelbe, als die verkörperte Gegenwart des höchſten Gottes, angebetet hat. Und ſelbſt in ſolchen Gegenden, wo die göttliche Verehrung deſſelben weniger handgreiflich und unmittelbar war, wurde dieſem feinen und erſtaunenswürdigen Elemente immer etwas Geheimnißvolles zugeſchrieben. Die gottesdienſtlichen Gebräuche und Myſterien des Feuers wurden von den Ufern des Hellesponts bis an die der Tiber in Tempeln und Grotten gefeyert.

Bey den alten Philoſophen Griechenlands ſcheint die Meinung, daß das Feuer das einzige elementariſche und gleichförmige Princip in der Natur ſey, und daß von ſei-

*) Die Perſer. S. Herodot. libr. III. c. 18.

nen verſchiedenen Modificationen alle Mannigfaltigkeit der verſchiedenen Körper herrühre, allgemein herrſchend geweſen zu ſeyn *). Dieſe Idee iſt vom Lucretius, welcher das Syſtem des Epikurs annahm, lächerlich gemacht worden: wirklich ſcheinen die Epikuräer, ſo wie die Peripatetiker, das Feuer als eine beſondre elementariſche Subſtanz, welche im Stande iſt, mit den andern Elementen Verbindungen einzugehen, aber auf keine Weiſe als die Materie, woraus ſie urſprünglich entſtanden ſind, angeſehen zu haben.

Die Geſchichte der Irrthümer kann nur wenig Belehrung gewähren, ſonſt könnten ganze Bände mit den fantaſtiſchen Meinungen angefüllt werden, welche man von Zeit zu Zeit in Anſehung des Elements des Feuers vertheidigt hat. Bey der Wiederauflebung der Wiſſenſchaften und Naturlehre unternahm unſer berühmter Baco in einem ausdrücklich hiervon geſchriebenen Buche **) den Beweis, daß Hitze nichts anders, als eine innere Bewegung oder Schwingung in den Theilen der Körper ſey, und die mehreſten Naturforſcher Englands nahmen dieſe Meynung während des letzten Jahrhunderts an. Dieſe Meinung Baco's wird durch mannigfaltige Thatſachen, welche Boyle in einer Abhandlung von dem mechaniſchen Urſprunge der Hitze und Kälte ***) beygebracht hat, unterſtützt. Auch ſcheint dieſes Syſtem der Meinung eines Newton nicht zu widerſprechen, ungeachtet er von ihm mit dem Mißtrauen ſpricht, welches man immer in ſeinen Schriften dann wahrnimmt, wenn er von Thatſachen handelt, die nicht vollkommen durch ſelbſt angeſtellte Verſuche beſtätiget worden ſind †).

*) Lucret. lib. I. vs. 636.

**) De forma calidi.

***) Die Gründe womit jede dieſer Theorien unterſtützt werden kann, werden im folgenden Kapitel betrachtet werden.

†) Man ſ. deſſen Optics 318. 348

Ungeachtet des Anſehens, worin damals die engliſche Naturlehre ſtand, wurde dieſe Theorie dennoch von auswärtigen Gelehrten mit großem Widerſtande angenommen. Der berühmte Homberg, 's Graveſand und Lemery der jüngere behaupteten, daß das Feuer eine beſondre Subſtanz oder Körper wäre, welches mit allen andern Körpern Verbindungen eingienge, ſie durchdränge, und aus ihnen wiederum durch heftige Bewegung oder Zuſammendrückung heraus getrieben werden könnte, ungeachtet es ſicherlich durch eine ſolche Bewegung nicht erzeugt würde †).

Einer von dieſen Naturforſchern, Lemery, trieb ſein Syſtem weiter, und näherte ſich den heut zu Tage angenommenen Lehren ſehr. Er behauptete, daß nicht allein in denjenigen Körpern, welche entzündlich ſind, ſondern ſelbſt im Waſſer Feuer enthalten ſey. Eis iſt, ſeiner Verſicherung zu Folge, der natürliche Zuſtand des Waſſers, und die Flüſſigkeit dieſer Subſtanz eine wahre Schmelzung, welche der von den dem Feuer ausgeſetzten Metallen gleich und blos darin von ihr verſchieden ſeyen, daß ein geringerer Grad von Hitze erfordert werde, um daſſelbe in Flüſſigkeit zu erhalten *).

Ungefehr zu Anfange des letzten Jahrhunderts wurden zuerſt Inſtrumente erfunden, um die Hitze der Körper durch den Grad der Ausdehnung zu meſſen. Dieſe Erfindung ſchien der Hypotheſe deutſcher Naturforſcher einige Wahrſcheinlichkeit zu ertheilen, weil es nicht ſehr einleuchtend iſt, wie die bloße Zunahme der Bewegung

†) Ungeachtet Boyle auf dieſe Art in Anſehung der Urſache der Hitze, dem Anſcheine nach, entſchieden war, ſo urtheilt er doch in einem andern Buche in Rückſicht ihrer Wirkungen ganz richtig. Er betrachtet das Eis nicht als den widernatürlichen Zuſtand des Waſſers, ſondern umgekehrt das Waſſer als Eis, welches durch die Hitze widernatürlich aufgethauet ſey S. ſeine Schrift on the nat. and preternatur. State of bodies.

*) M. ſ. Mém. de l'acad. roy. des ſcienc. de Par. 1709.

die Ausdehnung der Körper befördern könne. Schon ſeit langer Zeit hatte man die Bemerkung gemacht, daß alle Körper durch eine Zunahme der Wärme ausgedehnt wurden, und daß dieſe Wirkung ſich bey flüſſigen Materien ſtärker, als bey feſten Körpern zeigte. Aus dieſem Grunde war eine ſehr ausdehnbare und elaſtiſche Flüſſigkeit, die Luft, derjenige Körper, wovon man zuerſt in dieſer Abſicht Gebrauch machte. Man ſchloß eine Menge von dieſer Flüſſigkeit in eine enge Röhre mit einem Tropfen Oel oder einer gefärbten Flüſſigkeit ein, die dazu diente, um die Ausdehnung merkbar zu machen, welche die eingeſchloſſene Luft von der Veränderung der Temperatur erlitt. Da indeſſen dieſes Thermometer oben offen war, ſo fand man, daß es von der äuſſern Luft afficirt wurde. Daher bedient man ſich jetzt hermetiſch verſchloſſener Röhren, und hat gefunden, daß die gefärbten Flüſſigkeiten hinlängliche Ausdehnbarkeit beſitzen, um die Hitzgrade anzuzeigen. Die Florentiniſchen Academiker bedienten ſich des Weingeiſtes, und Iſaak Newton machte in der Folge von dem Oele Gebrauch, und beſtimmte die Punkte, bey welchen Waſſer gefriert, und ſiedet, oder die Dampfgeſtalt annimmt, als die äuſſerſten Punkte ſeiner Scale für die Wärmgrade. Dieſe Thermometer wurden indeſſen, wenigſtens in England und Deutſchland, durch Olaus Römers, nachher von Fahrenheit verbeſſerte Erfindung unbrauchbar gemacht, welcher ſich des Queckſilbers, an Statt der andern Flüſſigkeiten bediente, wovon man vorher bey der Einrichtung der Thermometer Gebrauch gemacht hatte.

Der ſcharfſinnige und gelehrte Boerhaave trug, theils durch ſeine eignen Verſuche, theils durch ſeine Aufmerkſamkeit auf die von andern angeſtellten, viel zur Aufklärung der Lehre von der Wärme und dem Feuer bey. Er war ein ſtrenger Vertheidiger des Daſeyns der Feuermaterie, als einer beſondern, für ſich beſtehenden elementariſchen Subſtanz. Ausdehnung ſah er als das gleichför-

mige Zeichen oder Kennzeichen von dem Daſeyn dieſer Materie in andern Körpern an. Er erklärte die Hervorbringung des Feuers beym Aneinanderreiben zweyer harter Körper, z. B. eines Feuerſteins und Stahls, oder zweyer Stücke von einem harten Holze auf folgende Weiſe: er nahm an, daß die Theile dieſer Körper in jedem Augenblick heftig zuſammengedrückt würden, wodurch in ihnen, vermöge ihrer Gegenwirkung, eine ſchwingende Bewegung erregt würde, und dieſe werde nothwendig das in den Poren dieſer Körper verborgen ſteckende Feuer erregen und austreiben. Und da Feuer auf dieſe Art durch die heftige Zuſammenreibung oder Bewegung aller Körper hervor gebracht werden kann, ſo ſchließt er hieraus, daß es durch jeden Theil der Natur verbreitet ſeyn müſſe. Da es jedoch durch das Reiben und durch die daher entſtehenden Schwingungen der Theile eines Körpers ausgetrieben werden kann, ſo glaubt er, daß es einleuchtend ſey, daß daſſelbe die integrirenden oder elementariſchen Theile der Körper nicht durchdringe, ſondern vielmehr blos in ihren Zwiſchenräumen enthalten ſey. Da ferner die Gegenwart des Feuers in allen Körpern voraus geſetzt wird, ſo wird es auch nach, Boerhaave's Meinung, im Waſſer und in der Luft vorhanden ſeyn. Er ſtimmt mit dem jüngern Lemery darin überein, daß das Eis der natürliche Zuſtand des Waſſers ſey, und daß es durch eine gewiſſe Menge verſchluckter Feuermaterie in einen flüſſigen Zuſtand verſetzt werde.

Es giebt Perioden, wo der menſchliche Geiſt zur Annahme und zur weitern Verfolgung großer wiſſenſchaftlicher Entdeckungen nicht vorbereitet iſt. Die Winke, denn ſie waren nicht viel mehr, welche dieſe Naturforſcher gegeben haben, ſcheinen wenig Eindruck gemacht zu haben; und die Natur der Wärme, des Feuers und der Flüſſigkeit blieben in Dunkelheit und Widerſprüchen eingehüllt, bis das Genie und der Fleiß des Dr. Black in Edin-

burgh

burgh ein Syſtem aufſtellte, welches eine Menge der ſonderbarſten und ſchwerſten Naturerſcheinungen auf eine genugthuende Weiſe erklärte. Er ſah ſich durch ſehr zahlreiche und genaue Beobachtungen in den Stand geſetzt, zu beſtimmen, daß die abſolute Wärme oder das abſolute Feuer von allen und jeden Körpern, jedoch von flüſſigen in gröſſerer Menge, als von feſten, eingeſchluckt werde: er betrachtete alſo die Wärme als die Urſache der Flüſſigkeit. Ferner fand er, daß Körper, wenn ſie aus einem feſtem in einen flüſſigen Zuſtand übergehen, eine Menge Wärme verſchlucken, ohne daß, wie die Thermometer darthun, ihre Temperatur oder empfindbare Wärme zunimmt. Wenn aus dieſem Grunde Waſſer mit einer Menge Eis über Feuer geſetzt wird, ſo wird die Temperatur des Waſſers nicht zunehmen, ſondern fortdaurend zwey und dreyßig Grade nach Fahrenheits Thermometer bleiben, bis jedes Stückchen Eis gänzlich zerſchmolzen iſt. Der Grund hiervon iſt dieſer: das Feuer, welches zum Flüſſigmachen und Flüſſigerhalten aller Körper unumgänglich nothwendig iſt, wird in dem nehmlichen Verhältniſſe abſorbirt, in welchem das Eis aus dem feſten Zuſtand in den flüſſigen übergeht. Auf die nehmliche Weiſe wird eine Menge abſoluter Hitze oder abſoluten Feuers, ohne das geringſte Steigen der Temperatur über den Siede- oder Verdampfungspunkt, verſchluckt, wenn eine Flüſſigkeit in Dämpfe verwandelt wird.

Dieſe Entdeckung des Dr. Black gieng der Erhizzung des Waſſers in einem verſchloſſenen Gefäße um mehrere Grade über den Siedpunkt voraus. Er fand hier, daß bey Eröffnung des Gefäßes, worin das Waſſer eingeſchloſſen war, eine kleine Menge Flüſſigkeit plötzlich unter der Geſtalt eines Dampfes hervordrang, und daß die Temperatur ſowohl des Dampfes, als des zurück bleibenden Waſſers augenblicklich bis zum Siedepunkte des Waſſers herab ſank. Es war folglich augenſcheinlich, daß die

überflüſſige Hitze von dem Dampfe verſchluckt worden iſt, und da die Menge Waſſer, welche durch dieſen Proceß verlohren wurde, nicht groß war, ſo folgt, daß eine beträchtliche Menge von Wärmematerie oder Feuer erfordert wird, um Waſſer in den Zuſtand von Dämpfen zu verſezzen. Wenn eine Menge Hitze aus einem Körper dergeſtalt entbunden wird, daß ſie auf unſer Gefühl wirken kann, ſo wird ſie, Black's Theorie zu Folge, empfindbare, ſenſible Hitze genennt: wenn ſie hingegen von irgend einem Körper verſchluckt wird, und ſich mit demſelben entweder in flüſſiger oder in Dampf-Geſtalt verbindet, ſo heißt ſie gebundene, verborgene, latente Hitze. Auch iſt aus der vorhergehenden einleuchtend, daß die Meinung dieſer letztern Naturforſcher dahin gehe, Wärme oder Feuer, welches auch bisweilen feurige Flüſſigkeit, Wärmematerie und von den neuern franzöſiſchen Scheidekünſtlern Caloric genennt wird, ſey eine beſondre Subſtanz oder Flüſſigkeit, welche eine Anziehung gegen alle andern Subſtanzen äuſſere; ſie durchdringe die mehreſten Körper; ſie ſey die einzige permanente Flüſſigkeit in der Natur, und die Urſache des flüſſigen Zuſtandes aller übrigen Körper; nicht allein die gemeinen Flüſſigkeiten, als Waſſer, ſondern auch alle elaſtiſchen Flüſſigkeiten, als Dampf und Luft, ſeyen ihre Exiſtenz in dieſem Zuſtande der Gegenwart der Wärme ſchuldig; ſie ſey endlich allen Geſetzen der Anziehung unterworfen, und werde von einigen Körpern ſtärker, als von andern angezogen.

Die Blackſche Schule ſcheint Licht und Wärme als weſentlich von einander unterſchieden angeſehen zu haben. Dr. Scheele, ein ſchwediſcher Naturforſcher, hat verſucht, zu beweiſen, daß das Licht aus einer Verbindung der Wärmematerie mit dem Phlogiſton oder dem entzündbaren Princip entſtünde. Allein dieſe Theorie iſt jetzt verworfen.

Auf die Black'ſche Theorie hat der verſtorbene ſinnreiche Dr. Crawford *) ein ſehr ſchönes Syſtem über die Erzeugung der Wärme in dem thieriſchen Körper gebauet, welche er von der Luft, die wir einathmen, herleitet. Da nehmlich die Luft in den Lungen verdichtet werde, ſo müſſe die Wärme, welche in ihr in einem latenten Zuſtande enthalten ſey, verſchluckt und durch den ganzen thieriſchen Körper verbreitet werden. — Allein dieſe Materie gehört eigentlich in einen andern Theil dieſes Werks.

*) Ich kann dieſes in der That ſehr liebenswürdigen Naturforſchers nicht erwähnen, ohne zugleich ſeinem Andenken ein kleines Opfer darzubringen, ungeachtet daſſelbe, dem Anſcheine nach, wenig mit der gegenwärtigen Materie zuſammenhängt. Kein Menſch ſchickte ſich zur Vervollkommnung einer nützlichen Wiſſenſchaft beſſer, als Dr. Crawford. Bey ihm waren Fleiß und Ausharrung tief eingewurzelte Gewohnheiten, und Offenherzigkeit nebſt Vorſicht charakteriſirende Anlagen. Mit allen Vortheilen einer guten Erziehung vereinigte er einen großen natürlichen Scharfſinn, Verſtand und Witz: jedoch war die letzte Eigenſchaft durch eine Kälte und Ruhe des Geiſtes gemäßigt, welche ihn verhinderte, ſcheinbaren Theorien zu ſchnellen Beyfall zu geben. Alle dieſe Vorzüge, welche er als Gelehrter beſaß, geſellten ſich zu dem edelſten Gemüthe, zu dem freundſchaftlichſten Herzen. — Von der neuen Durchſicht ſeines Werks, welche er angekündigt hatte, verſprach ich mir viel Gutes: doch was iſt der Verluſt eines Einzelnen in Vergleichung mit dem, welchen das Publikum erlitten hat. Wenn die Familie eines ſolchen Mannes, der ſeinem Vaterlande in einem öffentlichen Amte nützlich geweſen iſt, in Dürftigkeit gelaſſen werden ſollte, ſo müßte der Nationalgeiſt ſehr tief geſunken ſeyn.

Zweytes Kapitel.

Vom Feuer (caloric) und ſeinen Eigenſchaften.

Unterſuchung, ob Hitze oder Feuer eine Subſtanz oder eine Eigenſchaft ſey. — Feuer eine Subſtanz. — Anwendung dieſer Lehre. — Aehnlichkeit zwiſchen Hitze und Licht. — Einwendungen. — Eigenſchaften des Feuers oder des Caloric's: Kleinheit ſeiner Theilchen: es wird von allen Körpern angezogen. — Leitende Kräfte verſchiedener Körper — Urſache der Flüſſigkeit. — Warum durch aufgeſchütteten Kalk und durch verſchiedene Miſchungen kalter Subſtanzen Hitze hervorgebracht wird. — Das Frieren des Waſſers am Feuer erklärt. — Feuer unter allen Körpern am elaſtiſchſten.

Das Element des Feuers iſt allein aus ſeinen Wirkungen bekannt. Dieſe wunderbare Flüſſigkeit iſt indeſſen ſo fein, und entweicht ſo leicht aus den Körpern, worin ſie ſich angehäuft hatte, endlich ſind die Formen, welche ſie in den verſchiedenen Naturreichen annimmt, ſo mannigfaltig, daß ihre wirkliche Exiſtenz, wie im vorhergehenden Kapitel erinnert worden iſt, ſogar von einigen Naturforſchern in Zweifel gezogen worden iſt.

Hitze iſt, nach der Behauptung dieſer Theoretiker, nichts anders, als eine innere Bewegung der feinſten Theilchen der Körper. Feuer iſt nichts weiter, als dieſe nehmliche, nur bis auf einen gewiſſen Grad erhöhte Be-

wegung, oder mit andern Worten, ein ſehr heftig erhitz-ter Körper. Flamme endlich iſt ein glühender Dampf, das iſt, ein Dampf, deſſen Theilchen in einem auſſerordentlichen Grade in Bewegung geſetzt ſind.

Zur Unterſtützung dieſer Theorie hat man angeführt, daß erſtlich bekanntermaßen Hitze in allen Fällen durch Bewegung erzeugt werde, und daß dieſe letztere, wenn ſie bis zu einem gewiſſen Grad fortgeſetzt wird, ein wirkliches Glühen hervorbringe: ſo, zum Beyſpiele, bringe das Reiben zweyer Stücke Holz aneinander zuerſt Hitze, und hernach Feuer hervor: die Bewegung einer Glaskugel auf einem elaſtiſchen Kiſſen verurſache, daß ein ſehr reichlicher Feuerſtrohm zwiſchen den beyderſeitigen Berührungsflächen hervorbreche. Zweytens ſeyen Körper, welche einer innern Bewegung am fähigſten ſind, auch am leichteſten zu erhitzen. Drittens begleite Bewegung allezeit das Feuer oder die Hitze, wie man deutlich ſehe, wenn man Terpenthinöl und Vitriolſäure mit einander vermiſche; und die Hitze ſcheine in den meiſten Fällen im Verhältniß mit dem Grade von Bewegung zu ſtehen. Beym Sieden des Waſſers und beym Ziſchen eines glühenden Eiſens, wenn es mit einer Flüſſigkeit in Berührung gebracht wird, zeigt ſich dieſe Bewegung auf eine augenſcheinliche Weiſe. Viertens wenn die Theilchen eines Körpers durch Reiben, Gährung u. ſ. w. zu einem heftigen Grad von innerer Bewegung gebracht worden ſind, ſo ſind ſie, wenn ſie auch nicht wirklich Flammen von ſich geben, dennoch ſehr geneigt, auſſerordentlich leicht Feuer zu fangen: zum Beyſpiel bey der Deſtillation geiſtiger Flüſſigkeiten werden die Dämpfe, wenn auch ſchon das Deſtillirfeuer abgegangen iſt, ſogleich Feuer fangen, wenn man ſie mit einem brennenden Lichte oder einem andern glühenden Körper in Berührung bringt. Endlich werden erhitzte Körper nicht ſchwerer, welches ſie doch nothwendig werden müß-

ten, da ein andrer Körper in ihre Poren aufgenommen worden iſt.

So wahrſcheinlich als dieſes Räſonnement, auf den erſten Anblick, zu ſeyn ſcheint, ſo wird doch die Hypotheſe, nach welcher das Princip des Feuers als eine beſondre elementariſche Subſtanz angeſehen wird, durch zahlreichere Thatſachen und durch entſcheidendere Gründe unterſtützt. Sie erklärt alle Erſcheinungen der Natur, und ſelbſt diejenigen, welche für die entgegen geſetzte Meinung angeführt werden, beſſer als die vorhergehende Hypotheſe.

Erſtlich wenn, wie ich beſorge, daß es geſchehen muß, von den Vertheidigern der entgegen geſetzten Meinung zugegeben wird, daß die innere Bewegung, welche, ihrer Behauptung zu Folge, die Hitze ausmacht, nicht von allen, ſondern blos von den kleinern und feinſten Beſtandtheilen der Körper empfunden werde, und daß dieſe, nachher ausſtröhmenden Theilchen die Wirkung des Lichts hervorbringen, ſo werden dieſe zugegebenen Umſtände beynahe hinreichend ſeyn, das Daſeyn eines Feuerſtoffs, als einer elementariſchen Subſtanz, feſtzuſetzen.

Zweytens ſcheint aus der Wirkung des Feuers auf andre Subſtanzen, deren Wirklichkeit niemals in Zweifel gezogen worden iſt, zu folgen, daß daſſelbe eine wirkliche Subſtanz, und keine Qualität ſey. Steinkohle enthält im natürlichen Zuſtande eine große Menge Luft in ihren Poren: wenn aber die Steinkohle erhitzt iſt, ſo wird dieſe Luft von dem Feuer ausgetrieben, welches ihren Platz einnimmt und die Poren der Steinkohle anfüllt. Auch der gebrannte Kalk, welcher einen großen Theil ſeines Gewichts durch die Austreibung der fixen Luft verliehrt, beweiſet, daß das Feuer, als eine Subſtanz, in die Poren des Kalks eindringe, und die andern Subſtanzen, welche zuvor innigſt mit ihm vereinigt waren, austreibe.

Drittens beweiſen unſre Sinne und viele unbezweifelbare Verſuche, daß das Licht, von welchem Viele behaupten, daß es Feuer in einem ausſtröhmenden Zuſtande ſey, eine Subſtanz ſey. Boerhaave, verdichtete die Sonnenſtrahlen mittelſt eines ſehr ſtarken Brennglaſes und ließ ſie hernach auf eine Magnetnadel fallen: die Nadel wurde durch die Gewalt der auffellenden Strahlen eben ſo in Bewegung gebracht, als durch einen Luftſtoß oder einen Schlag von irgend einem andern Körper. Dieſer Verſuch iſt mit noch größerm Erfolg durch einen verſtorbenen ſcharfſinnigen Naturforſcher weiter verfolgt werden *). Er bauete ein Inſtrument in der Geſtalt einer kleinen Wetterfahne oder eines Wetterhahns. Sie beſtand aus einer ſehr dünnen Kupferplatte von der Größſe ungefehr eines Quadratzolles, welche an eine der dünnſten Clavierſeiten, ungefehr zehn Zolle lang, befeſtiget war. In der Mitte des Drahtes war eine Kappe von Agat, dergleichen bey den kleinſten Seecompaſſen gebräuchlich iſt, nach der Abſicht der nothwendigen Bewegung angebracht. Die Kupferplatte bekam auf der andern Seite ein Gegengewicht von einem Schrotkorne. Das Inſtrument wog zehn Gran, und wurde, um den Luftbewegungen nicht ausgeſetzt zu ſeyn, in eine gläſerne Büchſe eingeſchloſſen. Die Sonnenſtrahlen wurden mittelſt eines zwey Fuß im Durchmeſſer haltenden Hohlſpiegels auf die Kupferplatte geleitet, wodurch die Fahne oder Kupferplatte, bey wiederhohlten Verſuchen, mit einer ſtuffenweiſen Bewegung von ungefehr einem Zolle in einer Secunde herumgedreht wurde. Dieſer Verſuch liefert meines Bedünkens einen hinlänglichen Beweiß, wenn es eines Beweiſes bedurfte, daß das Licht wenigſtens ein Körper iſt. Von der Identität des Lichts, der Wärme und des Feuers werde ich nachher Gelegenheit haben zu handeln.

*) Durch Mitſchell. Man findet eine vollſtändigere Beſchreibung ſeines Inſtruments und ſeiner Verſuche in den Philoſoph. Transact. und in *Prieſtley's* optics p. 387.

Viertens wirkt das elektriſche Feuer mit einem wirklichen körperlichen Stoße auf die Körper *). Es iſt durch viele in luftleerem Raume angeſtellte Verſuche bewieſen worden, daß dieſe Wirkung nicht von einer Schwingung der Luft oder eines andern Mediums, ſondern vom Feuer ſelbſt herrühre. Wenn man nun zugiebt, daß eine Art des Feuers materiell iſt, ſo ſcheint kein Grund vorhanden zu ſeyn, warum wir dieſe nehmliche Eigenſchaft den übrigen abſtreiten ſollten.

Fünftens iſt nicht leicht zu begreifen, wie ein Körper durch die bloſe Bewegung ausgedehnt werden könne, und es iſt die Vorausſetzung weit natürlicher, daß dieſe Wirkung durch das Eindringen einer äuſſerſt thätigen und elaſtiſchen Subſtanz in die Zwiſchenräume der Beſtandtheile der Körper erfolge.

Sechstens iſt es hinlänglich bekannt, daß weder Glühen, noch Verbrennen, das heißt, kein ſehr hoher Grad von Hitze, ohne Beyhülfe der atmoſphäriſchen Luft Statt finden könne. Ein Licht, zum Beyſpiel, wird in luftleerem Raume, oder in einer Luft, deren reinſter Theil durchs Verbrennen, oder Odemholen verdorben iſt, aufhören zu brennen. Dieſe Thatſache läßt ſich auf keine Weiſe aus dem Princip erklären, nach welchem alle Wärme nichts weiter als eine innere Bewegung ſeyn ſoll: allein die Erklärung wird leicht, ſobald wir annehmen, daß das Feuer eine beſondre elementariſche Subſtanz ſey, welche ſich in der reinen Luft befinde, und von derſelben durch die Stärke einer nähern Verwandſchaft abgeſondert werde.

Siebentens kann man daraus, daß Hitze gemeiniglich mit Bewegung verbunden iſt, keinen Beweiß für die Behauptung hernehmen, daß Hitze und Bewegung das nehmliche ſind. Im Gegentheil iſt nichts natürlicher, als daß das Eindringen einer ausnehmend elaſtiſchen Subſtanz in die Poren eines andern Körpers eben ſo einige innere Bewegung verurſachen müſſe, als das Hervorbrin-

*) S. *Jones's* phyſiolog. diſquiſit. p. 85.

gen der nehmlichen Subſtanz, wodurch in den Theilen des Körpers eine Zuſammenziehung veranlaßt werden muß. Hitze wird zwar durch das Aneinanderreiben zweyer Stükke Holz erregt, allein warum kann in dieſem Falle das Feuer nicht aus dem Holze durch die Schwingung oder Zuſammenziehung ſeiner Fibern *), oder aus der Luft, welche ſich zufälligerweiſe dazwiſchen befindet, ausgetrieben werden? Auf die nehmliche Weiſe wird ein Stück Bley durchs Schlagen heiß: allein Bley und alle übrigen Metalle enthalten bekanntermaßen eine Menge Feuer in einem latenten oder combinirten Zuſtande, welches jedoch bey Gelegenheit ihre Ausdehnung verurſacht. Es iſt daher die Vorausſetzung, daß das Feuer durch das Schlagen und durch die daher entſtehende Zuſammenziehung des Metalls aus dem Bleye ausgetrieben ſey, weit wahrſcheinlicher, und wird es noch in einem höhern Grade, weil die bloſe Zuſammenziehung oder Zuſammendrückung des Metalls in einem Schraubenſtocke die nehmliche Wirkung hervorbringt. — Der Fall, welcher von der Entzündbarkeit des Dampfes geiſtiger Flüſſigkeiten hergenommen wird, wird im folgenden vollkommen erklärt werden, wenn ich von den Dämpfen handeln werde: überdem gehören dieſe Flüſſigkeiten zu den allerentzündbarſten Subſtanzen, deren Kenntniß wir erhalten haben, und ihre Theilchen, welche ſich in einem ſehr ausgedehnten und daher verdünnten Zuſtand befinden, ſind der Einwirkung jener natürlichen Kräfte, welche bekanntermaßen in jedem Zuſtande auf ſie wirken, in einem vorzüglichern Grade ausgeſetzt. — Die Schwere wird in erhitzten Körpern nicht vermehrt, weil die Materie des Feuers auſſerordentlich elaſtiſch iſt und die Körper, worein ſie dringt, ausdehnt, folglich ihre ſpecifiſchen Gewichte vielmehr vermindert.

*) Wenn die Theile eines Körpers, welcher irgend eine Flüſſigkeit enthält, in eine ſtarke Schwingung verſetzt werden, ſo werden ſie im Allgemeinen einen Theil der Flüſſigkeit aus ihren Poren treiben. Man ſ. Nicholſon l. c. Vol. II. p. 122.

Achtens können alle andern Naturerſcheinungen auf eine weit genugthuendere Art aus dem Grundſatze, daß das Feuer eine beſondre Subſtanz ſey, erklärt werden, als wenn man annimmt, daß es eine bloſe von der Erzitterung oder innern Bewegung der Körper abhängende Eigenſchaft ſey.

Hitze und Licht ſind die einzigen Mittel, wodurch wir die Gegenwart des Feuers zu entdecken im Stande ſind; ich ſchließe hieraus, daß beydes Wirkungen der nehmlichen Urſache ſind. Die Sonnenſtrahlen bringen, wenn ſie bis auf einen gewiſſen Grad verdichtet worden ſind, eine ausserordentliche Hitze hervor; und Hitze, durch heftiges Reiben u. ſ. w. erregt, wird, wenn ſich nur der auf dieſe Art erhitzte Körper in vortheilhaften Umſtänden befindet, allgemein in Flamme, und folglich in der Verbreitung von Licht endigen. Dieſe Hypotheſe bekommt eine ſtarke Unterſtützung durch einen von Boyle angeſtellten Verſuch. Er färbte die Oberfläche eines breiten Ziegels halb weiß, halb ſchwarz, und fand, nachdem er denſelben eine Zeit lang der Sonnenhitze ausgeſetzt hatte, daß der ſchwarze Theil, welcher die Sonnenſtrahlen einſog, äuſſerſt warm wurde, während die weiße Hälfte, oder die, welche die Sonnenſtrahlen zurück warf, gänzlich kühl blieb. Er ließ gelegentlich einem Theile des Ziegels ſeine natürliche Röthe, und fand, nachdem er das Ganze in die Sonne gelegt hatte, daß dieſer rothe Theil ſich ſtärker, als der weiße, aber nicht ganz ſo ſtark, als der ſchwarze, erhitzte. Er bemerkte, daß ſchwarz ausgeſchlagene Stuben nicht allein am dunkelſten, ſondern auch am wärmſten ſind; und ein Liebhaber der Wiſſenſchaften von unbezweifelter Glaubwürdigkeit verſicherte ihn, daß er in heiſſen Klimaten Eyer in kurzer Zeit dadurch geſotten geſehen habe, daß man ſie, nachdem ihre Schaalen ſchwarz gefärbt worden waren, der Sonnenhitze ausgeſetzt hatte. Dieſe Urſache ward in der Folge vollkommen von dem Dr. Franklin beſtätigt, welcher verſchiedene Stücke unterſchiedentlich gefärbter Zeuge auf die Oberfläche des Schnees legte, und fand,

daß das ſchwarze beträchtlich unter die Oberfläche einſank, folglich eine große Menge von Hitze einſog, während daß das weiſſe Stück, welches den größern Theil der Lichtſtrahlen zurück warf, nur ſehr ſparſam etwas Wärme verſchluckt hatte.

Der einzige Einwurf von einigem Gewichte, welcher dieſer Lehre gemacht worden iſt, beſteht darin, daß es Körper gebe, zum Beyſpiel die Lichtſauger, faulende Subſtanzen aus dem Thier- und Pflanzenreiche, welche ohne, dem Anſcheine nach, die geringſte Menge empfindbarer Hitze zu beſitzen, dennoch Lichtſtrahlen von ſich geben oder zurück werfen. Wenn wir indeſſen die auſſerordentliche Schwäche des von dergleichen Subſtanzen ausgeſtoßenen Lichtes in Betrachtung ziehen, ſo ſcheint dieſer Einwurf ſehr wenig Kraft zu behalten. Das äuſſerſt verdichtete Mondlicht in dem Brennpunkte eines Hohlſpiegels beträgt nicht mehr, als den dreyhundertſten Theil von der Intenſität des gemeinen Sonnenſcheins *); und doch iſt das Licht der angeführten Subſtanzen noch gar nicht mit dem Mondlicht zu vergleichen. Ja, die Aehnlichkeit zwiſchen der Hitze und dem Lichte erhält ſogar von eben dieſen Subſtanzen Beſtätigung: denn die Eigenſchaft, welche ſie beſitzen, Lichtſtrahlen von ſich zu geben, wächst durch die Dazukunft einiger Wärme ſehr, und ſelbſt Lichtſauger, in denen das Licht einige Zeit lang gleichſam geſchlummert hat, oder die dem Anſchein nach von demſelben erſchöpft ſind, werden Lichtſtrahlen blos nach der Anwendung von Hitze verbreiten **).

Ich bin daher der Meinung, daß Feuer oder, wie es von den neuern franzöſiſchen Scheidekünſtlern genennt worden iſt, Caloric der Elementarſtoff oder die Urſache von Hitze und Licht ſey. Feuer in einem freyen Zuſtande oder im Uebergange von einem Körper zu oder in einen

*) Man ſ. die Anmerkung des gelehrten Ueberſetzers von Fourcroy's Lectures Vol. I. p. 123.

**) Man ſ. *Prieſtley's* optics Par. IV. ſect. I.

andern drückt unſern Organen die Empfindung von Wärme ein; Feuer in einem verdünnten oder ausſtröhmenden Zuſtande macht wahrſcheinlich die Lichtmaterie aus. Nach dieſen Principien kann die Sonne als die große Feuerquelle betrachtet werden, von wo aus daſſelbe durch alle die verſchiedenen Körper unſers Sonnenſyſtems verbreitet wird. Aus dieſem nehmlichen Grunde giebt man auch allgemein zu, daß die Kälte eine blos negative Eigenſchaft und nichts weiter ſey, als die Abweſenheit des Feuers oder der Hitze.

Die ſchicklichſte Art, dieſe wichtige Materie abzuhandeln, ſcheint dieſe zu ſeyn, daß man erſt das Feuer nach ſeiner Fähigkeit, Hitze zu erregen und Ausdehnung zu verurſachen, betrachtet, und zweytens ſeine Aufmerkſamkeit auf die verſchiedenen Erſcheinungen richtet, welche das Feuer in ſeinem combinirten Zuſtande, als die nächſte Urſache der Flüſſigkeit ſowohl unzuſammendrückbarer, als elaſtiſcher oder luftförmiger Flüſſigkeiten äuſſert.

Ich werde zuvörderſt die vorzüglichſten und bekannten Eigenſchaften des Feuers, des Caloric, oder der Wärme aus einander ſetzen, und nachher dieſe Eigenſchaften aus ihren Wirkungen in verſchiedenen Fällen zu erläutern ſuchen.

Erſtlich. Die Theilchen des Feuers ſcheinen kleiner, als die von irgend einer andern bekannten Subſtanz zu ſeyn. Sie durchdringen alle Körper mit der gröſten Leichtigkeit. Wenn die Poren eines Körpers in geraden Linien liegen, und den Durchgang des Feuers, ohne ſeine Geſchwindigkeit aufzuhalten, geſtatten, ſo geht das Feuer ſowohl in dem Zuſtande des Lichts, als auch in ſeinem gewöhnlichen Zuſtande, worin es die Empfindung von Wärme erregt, hindurch. Dies iſt bey allen durchſichtigen Körpern der Fall. Kein Körper iſt jedoch ſo dicht, daß er nicht dieſem Elemente den ſchnellſten Umlauf durch ſeine Poren geſtatte. Ein Stück Steinkohle,

welches in ein Gefäß von Eiſen feſt eingeſchraubt worden iſt, wird hier eben ſo gut, als im offenen Feuer, glühend werden. Diejenigen Körper, welche das Eindringen der Luft am vollkommenſten abhalten, werden ganz und gar auſſer Stande ſeyn, das Eindringen des Feuers zu verhüten. Denn ein Thermometer wird in dem vollkommenſten leeren Raume, welcher hervorgebracht werden kann, eben ſo gut, als in der freyen Luft ſteigen *).

Zweytens. Die Feuermaterie wird mehr oder weniger von allen Körpern angezogen. Wenn ein erhitzter Körper mit einem kalten in Berührung kommt, ſo verliehrt der erſtere einen Theil ſeiner Hitze, und beyde werden gleich warm. Wenn erhitztes Eiſen auf einen Stein gelegt wird, ſo geht ſeine Hitze in den Stein über; wird es ins Waſſer gehalten, ſo verbreitet ſich die Hitze deſſelben durchs Waſſer. Wenn eine Anzahl verſchiedener Subſtanzen, als Metalle, Holz, Wolle u. ſ. w. mit einander an einen Ort gebracht werden, wo ſich kein Feuer befindet, und alle dieſe Körper eine verſchiedene Temperatur, das heißt, verſchiedene Wärmgrade beſitzen, ſo wird das Feuer aus den heißeſten in die káltern ſo lange übergehen, bis das vollkommenſte Gleichgewicht hergeſtellt iſt, oder bis ſie alle die nehmliche Temperatur angenommen haben; wovon man ſich überzeugen kann, wenn man nach und nach das Thermometer an jeden derſelben hält.

Indeſſen ſcheint es nicht, als ob alle Körper eine gleiche Anziehung gegen die Feuermaterie beſäßen. Wenn ein eiſerner Stab eine kurze Zeit lang ins Feuer gelegt wird, ſo wird auch dasjenige Ende, welches ſich in einer mäſigen Entfernung von dem Feuer befindet, die Hand brennen: allein ein hölzerner Stab von der nehmlichen Länge wird an dem im Feuer liegenden Ende zu Aſche verbrennen, ehe das entgegen geſetzte Ende hinlänglich er-

*) S. Jones's phyſ. diſquiſit. p. 88.

hitzt iſt, um die Hand verbrennen zu können. Eine hölzerne und eine bleyerne Kugel können nach dem Thermometer genau die nehmliche Temperatur beſitzen, und werden doch, wenn man ſie in die Hand nimmt, nicht den nehmlichen Grad von Wärme zu haben ſcheinen. Iſt ihre Temperatur geringer, als die von unſerm Körper, ſo wird das Bley kälter, als das Holz, zu ſeyn ſcheinen: wenn hingegen ihre beyderſeitige Temperatur die Temperatur unſers Körpers überſteigt, ſo wird einem das Bley wegen der großen Leichtigkeit, womit es ſeine Hitze fahren läßt, weit heißer, als das Holz, vorkommen. Dieſe Eigenſchaft der Körper heißt ihre Leitungsfähigkeit, und ſolche Körper, durch welche das Element des Feuers am ſchnellſten umlauft, werden gute Leiter für den Wärmeſtoff genennt.

Das Vermögen, die Feuermaterie fortzuleiten, ſcheint von dem Baue der Körper, das heißt, von der Berührung ihrer Theile *) abzuhängen: daher die auſſerordentliche Langſamkeit, mit welcher die Hitze Körpern von einer lockern und ſchwammigen Textur mitgetheilt wird. Aus dieſem Grunde werden Flanell, Wolle und Federn für warme Bedeckungen gehalten, nicht weil ſie mehr Hitze in ſich enthalten (denn man bedient ſich derſelben, um einen kalten Körper in dieſem kalten Zuſtande zu erhalten, weit beſſer, als andrer Subſtanzen), ſondern weil ſie das Entweichen der thieriſchen Wärme aus unſern Körpern verhüten. Es iſt eine ſehr bekannte Thatſache, daß Eis in den Eisgruben allgemein in Stroh oder Wolle aufbewahrt wird, welche Körper wegen der Lockerheit ihrer Theile das

*) Ein leichter Verſuch beweiſet dies: — wenn ein Würfel und eine Kugel von dem nehmlichen Metalle auf eine ſehr erhitzte Fläche gelegt wird, ſo wird die Hitze ſchneller in den Würfel eindringen; und wenn die nehmlichen Körper zuvor auf den gleichen Grad der Temperatur gebracht worden ſind, und man legt ſie auf eine kalte Fläche, ſo wird der Würfel am ſchnellſten erkalten.

Eindringen der Wärme verhüten. Aus dem nehmlichen Grunde wird das Erdreich vom Schnee warm erhalten, weil er eine lockere und ſchwammige Textur beſitzt. Es iſt ſicher, daß er das Erdreich nicht wärmer als bis zum natürlichen Gefrierpunkt erhalten werde; allein dieſe Temperatur iſt in Vergleichung mit der heftigen Kälte, welche in den nördlichſten Gegenden gelegentlich Statt findet, warm.

Ein ſcharfſinniger und genauer Experimentator hat neuerdings die Wärme leitende Kraft verſchiedener Körper zu beſtimmen geſucht. Er fand, daß das Queckſilber eine leitende Kraft beſitzt, welche ſich zu der des Waſſers verhält wie 1,000 zu 313. Es leuchtet hieraus ein, warum das Queckſilber dem Gefühle um ſo viel heißer, oder kälter, als das Waſſer, dann vorkommt, wann beyde Flüſſigkeiten dem Thermometer augenſcheinlich nach die nehmliche Temperatur beſitzen. Gemeine Luft iſt ein weit beſſerer Wärmeleiter, als die Torricelliſche Leere *): die leitende Kraft der erſtern verhält ſich zu der leitenden Kraft der letztern faſt wie 1,000 zu 605.

Eine feuchte Luft leitet die Feuermaterie mit weit größerer Schnelligkeit, als eine trockene, fort: allein die Lockerheit oder Dichte der Luft ſcheint auf ihr Leitungsvermögen geringen Einfluß zu haben.

Das Verhältniß des Leitungsvermögens in den verſchiedenen Subſtanzen, welche Gegenſtände ſeiner Verſuche waren, iſt folgendes:

*) Man erhält ſie, wenn man eine (über acht und zwanzig Zoll lange) Röhre oben zuſchmitzt, mit Queckſilber füllt und ſie mit ihrer Oeffnung in ein Gefäß voll eben dieſer Flüſſigkeit ſtellt, wie es bey dem gewöhnlichen Barometer der Fall iſt. Dieſes iſt die vollkommenſte Leere, welche wir hervorbringen können.

Queckſilber	1,000.
Feuchte Luft	330.
Waſſer	313.
Gemeine Luft bey einem Barometerſtande von 27′ 9″	$80\frac{45}{105}$
Verdünnte Luft bey einem Barometerſtande von 6′ 11″	$80\frac{23}{105}$
— — — — von 1′ 2″	78.
Die Torricelliſche Leere	55.*).

Aus den verſchiedenen Wirkungen der Körper auf unſer Gefühl nach Verhältniß ihrer Wärme-leitenden Kraft entſteht der Unterſchied, welchen Naturforſcher zwiſchen abſoluter und ſenſibler Wärme gemacht haben. Man muß ſich erinnern, daß die Empfindung von Hitze in dem Einbringen des Feuers oder der Wärme in unſre Körper, und die Empfindung von Kälte in dem Ausgange der Feuermaterie aus demſelben beſtehe **). Dieſer Umſtand verurſacht, daß das Gefühl ein ſehr mißlicher Maasſtab für die Wärme wird; beſonders wenn wir überdieß bedenken, daß hierbey auch viel von dem Zuſtande des Gefühlwerkzeugs zu einer beſondern Zeit abhängt. Waſſer, deſſen Temperatur 62° beträgt, kommt einer warmen Hand kalt, aber wenn ihre Temperatur geringer iſt, warm vor ***). Daher werden Reiſende, welche ſich aus warmen Gegenden in kalte begeben, ſehr verſchiedene Empfindungen von denen haben, welche in einer entgegen geſetzten Richtung reiſen. Es iſt einleuchtend, daß die aus kalten Gegenden kommen-

*) S. Benj. Thomſon's, jetzigen Grafen von Rumford, Verſuche über die Wärme, in den Philoſoph. Transact. Vol. LXXVI.

**) Die jählinge und unerwartete Anbringung einer auſſerordentlich kalten Subſtanz an den menſchlichen Körper verurſacht eine ſehr ähnliche Empfindung, als wenn eine heiße Subſtanz daran gebracht worden wäre.

***) Man ſ. *Crawford* on animal heat. p. 5. ad. edit.

kommenden Reiſenden, da ſie nicht ſo vieler Wärme, als gewöhnlich, beraubt werden, die Empfindung von Wärme haben; die andern hingegen einen Grad von Kälte empfinden werden, welcher eine beträchtliche Ungemächlichkeit zu verurſachen im Stande iſt.

Drittens. Die Feuermaterie wird in einem Zuſtande der Verbindung (combination) vorhanden ſeyn. Ich verſtehe durch dieſen Ausdruck nicht gerade eine chemiſche Verbindung in dem ſtrengen und buchſtäblichen Verſtande des Worts: es iſt genug, wenn bewieſen werden kann, daß das Feuer in Körpern in einem latenten Zuſtande, oder ſo, daß es von unſern Sinnwerkzeugen nicht bemerkt werden kann, zu exiſtiren im Stande iſt. Es wird durch Beobachtungen gefunden werden, daß jeder vorhandene Körper eine Menge Feuermaterie in dieſem fixen oder neutraliſirten Zuſtande enthält, worinn ſie aller ihrer thätigen, eindringenden und zerſtöhrenden Eigenſchaften eben ſo beraubt iſt, als eine Säure oder ein Laugenſalz in ihren Verbindungen. Wenn die kälteſten Körper, mit denen wir bekannt ſind, verdichtet oder in einen kleinern Raum gebracht werden, ſo wird eine gewiſſe Menge Feuer frey werden. Wenn ein Stück Bley oder Eiſen mit einem Hammer geſchlagen, oder mittelſt einer Schraube dergeſtalt zuſammen gedrückt wird, daß ſein Umfang kleiner wird, ſo wird, wie ſchon bemerkt worden iſt, ein Grad ſenſibler Hitze hervorgebracht werden.

Flüſſigkeiten enthalten vermöge ihrer Natur und Beſchaffenheit eine größere Menge Feuer in einem latenten Zuſtande, als feſte Körper: indeſſen iſt es gegenwärtig allgemein angenommen und kann leicht bewieſen werden, daß die Flüſſigkeit aller Körper von der Menge Feuer ohne Ausnahme abhängt, welche ſie in einem latenten oder combinirten Zuſtande enthalten, deſſen Elaſticität ihre Theilchen von einander entfernt hält, und ihren Uebergang in eine feſte Maſſe verhütet. Daher alle Körper bey ihrem

Uebergang aus dem flüſſigen in den feſten Zuſtand eine Menge Feuer oder Wärme von ſich geben. Wenn Waſſer auf ung löſchten Kalk gegoſſen wird, ſo wird es von dem Kalke verſchluckt, und in dieſem Zuſtande kann es eine weit kleinere Menge von Feuer in ſich behalten, als in ſeinem natürlichen Zuſtande. So wie der Kalk daher zerfällt, ſo entſteht eine große Hitze, weil das Feuer, welches vorher nöthig war, um das Waſſer flüſſig zu erhalten, nunmehr entbunden und frey wird. Wenn ſtarke Vitriolſäure zu Terpenthinöl geſchüttet wird, ſo wird das letztere in eine feſte Maſſe verdichtet, und eine große Menge von Hitze wird auf eine in die Sinne fallende Art frey. Wenn Waſſer gefriert und ein Thermometer in daſſelbe geſtellt worden iſt, ſo wird während dem Gefrieren oder während dem Uebergang des Waſſers aus dem flüſſigen Zuſtande in einen feſten das Thermometer um einige Grade höher ſtehen, als in der umgebenden Luft. Dieſes rührt von dem Feuer oder der Wärme her, welche aus demjenigen Theile des Waſſers frey wird, der in Eis übergeht. Dieſe Wirkung wird bey der Verdichtung elaſtiſcher Flüſſigkeiten noch merklicher, die wegen ihrer Lockerheit eine größere Menge von Feuermaterie enthalten.

Aus dem nehmlichen Grunde wird man auf der andern Seite finden, daß, wenn ein Körper aus einem feſten Zuſtande in einen flüſſigen übergeht, die benachbarten Körper eines gewiſſen Antheils von ihrer natürlichen Wärme beraubt werden. Wenn alſo eine gewiſſe Menge Salpeterſäure auf feſtes Eis gegoſſen wird, ſo ſchmilzt das Eis ſogleich und es entſteht augenblicklich ein erſtaunenswerther Grad von Kälte ſelbſt in der nahen Nachbarſchaft vom Feuer. Dieſe Wirkung gehört gänzlich der Menge von Wärmeſtoff, welcher von dem gefrornen Waſſer, das nunmehr ſeine flüſſige Geſtalt wieder annimmt, verſchluckt wird. Dieſer Verſuch wird zur Erklärung der Beobachtung, daß es bey Thauwetter überhaupt kälter, als beym Anfange des Froſtes iſt, dienen. Die Verſchluckung der

Feuermaterie kann ferner durch Körper bewieſen werden, welche aus dem Zuſtande der gemeinen Flüſſigkeit in den Zuſtand einer elaſtiſchen Flüſſigkeit übergehen. Wenn ein Thermometer in Weingeiſt, Waſſer oder in jede leicht verdünſtende Flüſſigkeit getaucht, und, nachdem es wieder heraus genommen worden iſt, in der freyen Luft aufgehangen wird, ſo wird das Thermometer um zwey bis drey Grade ſinken, ungeachtet die Temperatur der Luft und des Waſſers genau mit einander übereinſtimmen. Die Urſache hiervon iſt, weil die wenige Menge des an der Kugel des Thermometers hängen gebliebenen Waſſers in Dampf verwandelt, und daher das Queckſilber im Thermometer von einer gewiſſen Menge der in ihm enthaltenen latenten Feuermaterie beraubt wird. Wenn das Thermometer zu wiederhohlten Malen in die Flüſſigkeit getaucht wird, ſo kann die dadurch verurſachte Kälte bis zu einem beträchtlichen Grad ſteigen. Wenn Aether, welches eine ſehr flüchtige Flüſſigkeit iſt, an einen Theil unſers Körpers gebracht wird, ſo wird ſogleich Kälte hervorgebracht: und aus dem nehmlichen Grunde kann ein Mann in ſehr warmer Witterung bis auf den Tod erfrieren, wenn man ihn einer anhaltenden Ausdünſtung ausſetzt, welches dadurch bewerkſtelliget werden kann, daß man zu wiederhohlten Malen eine Menge Aether, Weingeiſt oder andre Flüſſigkeit, welche leicht verdünſtet, über ſeinen Körper weggießt. In China iſt es ein gewöhnliches Verfahren, um Wein oder andre Getränke abzukühlen, wenn man die Flaſche in ein naſſes Tuch einhüllt und in die Sonne hängt. Das Waſſer in dem Tuche wird allmählig in Dampf verwandelt, zu deſſen Bildung die Flaſche von ihrer verborgenen oder latenten Feuermaterie beytragen muß. Der berühmte Muſchenbroek war über das Gefrieren eines naſſen Tuches, das zum Trocknen aufgehangen worden war, erſtaunt, als er zu dieſer Zeit gar keinen Anſchein von Froſtkälte in der Atmoſphäre wahrnahm. Die Auflöſung dieſes Räthſels iſt folgende: die Temperatur der Luft muſte

damals einige Grade über den Gefrierpunkt geweſen ſeyn, und die Temperatur des Tuches war ſchnell bis auf den Gefrierpunkt zurück gebracht worden, indem es wegen der Verdampfung der in ihm befindlich geweſenen Feuchtigkeit eines Theils ſeiner latenten Wärmematerie beraubt worden war.

Man erinnere ſich, daß in allen dieſen Fällen ein augenſcheinliches Hinzukommen oder Wachſen der Feuermaterie Statt findet, welche in ſolche Körper, die flüſſig gemacht worden ſind, eindringt, obgleich die Temperatur oder die bemerkbare Wärme der Flüſſigkeiten nicht ſteigt, wie durch das Thermometer bewieſen werden kann. Es iſt daher einleuchtend, daß das Feuer in dieſen Subſtanzen in einem latenten oder combinirten Zuſtande vorhanden ſey.

Viertens. Die Feuermaterie iſt elaſtiſch, wie deutlich aus allen Wirkungen deſſelben zu erſehen iſt. Man hat indeſſen Grund zu glauben, daß das Feuer die einzige Flüſſigkeit in der Natur von einer fortdauernden Elaſticität, und die Urſache von der Elaſticität aller mit dieſer Eigenſchaft begabten Körper ſey.

Von der Elaſticität dieſes Elements rührt es auch her, daß alle natürliche Körper nur eine gewiſſe Menge von Feuer enthalten können, ohne eine Veränderung in ihrem Zuſtande und ihrer Form zu erleiden. Eine mäſige Menge von Feuer, in einem feſten Körper angehäuft, dehnt denſelben aus; eine noch größere Menge macht ihn flüſſig; wächst dieſe Menge noch höher an, ſo wird die Flüſſigkeit in Dampf verwandelt. Allein dieſe und alle die übrigen Eigenſchaften des Feuers werden beſſer aus ſeinen Wirkungen verſtanden werden. Für jetzt ſey die Bemerkung hinlänglich daß die mehreſten Flüſſigkeiten in den Zuſtand einer ungewöhnlichen Lockerheit durch das Eindringen des Feuers verſetzt werden können. Dampf iſt achtzehnhundert Mahl minder dicht, als Waſſer, und dieſe

Materien, welche eine ſtärkere Anziehung gegen das Feuer haben, können durch das nehmliche Mittel in fortdauernd elaſtiſche Flüſſigkeiten umgewandelt werden. Die Salpeterſäure läßt ſich ganz in zwey Luftarten, die ſauerſtoffartige und die Stickluft, oder die dephlogiſtiſirte und phlogiſtiſche Luft verwandeln; und Oele, Harze, Steinkohlen und andre entzündliche Materien nehmen mittelſt der Hitze leicht die Geſtalt der entzündlichen Luft an.

Drittes Kapitel.

Von der Ausdehnung.

Verſuche, um die ausdehnende Kraft des Feuers oder Caloric's zu beweiſen. — Inſtrumente zu Meſſung der Hitzgrade. — Thermometer. — Dr. Black's Methode hohe Grade von Hitze zu meſſen. — Wedgwood's Methode. —

Feuer dehnt, wie in dem vorhergehenden Kapitel angedeutet worden iſt, alle Körper, die es durchdringt, mehr oder weniger, im Verhältniß ſeiner Menge, und der Natur dieſer Körper aus. Die Ausdehnung des Waſſers, welche allezeit vor ſeinem Uebergange in Dampfgeſtalt vorausgeht, kann in einem leichten Verſuche ſichtbar gemacht werden. Wenn eine Menge von kaltem Waſſer in eine Flaſche gethan und ſo in kochendes Waſſer gehalten wird, ſo wird es, ſo wie ſich die Hitze demſelben mittheilt, in dem Hals der Flaſche aufſteigen, bis es überläuft.

Ein eiſerner, einen Fuß langer, und bis zum Rothglühen erhitzter Stab wird um ein Sechzigtheil länger, als vorher; und ein Glascylinder, von der Länge einer Klafter, gewinnt unter den nehmlichen Umſtänden ein Funfzigtheil an ſeiner Länge. Ein metallener Ring, welcher auf gleiche Art erhitzt worden war, wuchs um neun Hunderttheile ſeines Durchmeſſers; und eine Glaskugel wurde durch die bloſe Wärme der an ihre Oberfläche gehaltenen Hand um ein Hunderttheil größer *).

Es iſt ein bekanntes Verfahren, Raſiermeſſer oder andre Inſtrumente, welche fein ſchneiden ſollen, in war-

*) S. *Boerhave's* Chem. by *Shaw*. Vol. I. p. 299.

mes Waſſer einzutauchen. Denn da ſich das ganze Inſtrument dadurch ausdehnt, ſo wird auch verhältnißmäſig ſeine Schneide ausgedehnt und folglich um ſo viel feiner und ſchärfer.

Herr Jones hat ein Inſtrument erfunden, um die Stärke der Ausdehnung damit zu meſſen. Mittelſt der Flamme eines Dreyerlichtes konnte, ohne weitere mechaniſche Beyhülfe, ein Gewicht von fünf hundert Pfunden in die Höhe gehoben werden. Er zeigt, daß die nehmliche unbedeutende Kraft, nehmlich die Flamme eines kleinen Lichtes, vermöge der Stärke der Ausdehnung ein Gewicht von fünf tauſend Pfunden überwältigen würde, wofern zu dieſem Verſuche ein Inſtrument ſchicklich eingerichtet werden könnte *). Wenn wir indeſſen bedenken, daß die Kraft des Zuſammenhangs bey den Metallen ſo ungeheuer iſt, daß ein Golddraht von einem Zehntheile eines Zolles im Durchmeſſer fünf hundert Pfunde, und ein Eiſendraht von den nehmlichen Dimenſionen tauſend und fünf hundert Pfunde, ohne zu zerreiſſen, zu tragen im Stande iſt, ſo werden wir uns von der Kraft des Feuers, welches den Bau der feſteſten Metalle zu erſchlaffen und ſogar aufzulöſen im Stande iſt, einen Begriff machen können **).

Es iſt eine allgemein bekannte Thatſache, daß Uhren überhaupt in warmer Witterung langſamer, und in kalter geſchwinder gehen. Dieſe Wirkung hängt ganz allein von der Ausdehnung der Pendelſtange her, welche durch das Eindringen der Wärme oder des Feuers in warmem Wetter verlängert wird, eine längere Schwingung macht und folglich eine verhältnißmäſige Menge Zeit verliehrt. Wenn im Gegentheil die Länge der Pendelſtange durch die Kälte verkürzt wird, ſo werden die Schwingungen verhältnißmäſig kürzer. Und ungeachtet die Menge der bey einer einzigen Schwingung gewonnenen oder verlohrnen Zeit auf-

*) *Jones's* phyſic. diſquiſ. p. 99. 100.

**) Ebendaſelbſt S. 98.

ſerordentlich unbedeutend ſeyn kann, ſo wird doch die Wirkung, wegen der oftmaligen Wiederhohlung der Schwingungen, nach einiger Zeit ſehr beträchtlich ausfallen. Eine Veränderung von einem Hunderttauſendtheile in der Zeit einer einzelnen Schwingung wird binnen einem Tage die zu einer ganzen Schwingung erforderliche Zeit überſteigen *).

Die Fälle, wo man eine Belehrung über die Menge von Feuermaterie, die in den Körpern enthalten iſt, zu haben wünſcht, ſind ſowohl in der Naturlehre, als in den Künſten ſo zahlreich, daß es bald ein Gegenſtand von der größten Wichtigkeit wurde, eine genaue Methode, dieſe Feuermenge auszumitteln, zu finden. Die ausdehnende Eigenſchaft des Feuers both ſich auf die natürlichſte Weiſe von ſelbſt dar, um darauf eine ſchickliche Methode zur Erreichung jener Abſicht zu bauen. Denn unſre Sinnen überzeugen uns, daß die Ausdehnung der Körper, wenigſtens in allen ſchwächern Graden der Temperatur, gewiſſermaßen mit der Menge von eingeſogener Feuermaterie in Verbindung ſtehe.

Die Luft wurde, wie in dem vorhergehenden Kapitel angedeutet worden iſt, unter allen Flüſſigkeiten zuerſt zur Meſſung von Hitze und Kälte angewendet. Man verfertigte eine enge Röhre, die nur an dem einen Ende offen war; in dieſelbe füllte man eine Menge von einer gefärbten Flüſſigkeit, unterhalb welcher man in dem untern Theile der Röhre eine kleine Menge Luft eingeſchloſſen hielt. Im Verhältniſſe, wie dieſe Luft ſich ausdehnte oder zuſammenzog, nahm man an, daß ſich die Wärme des dieſes Inſtrument umgebenden Mediums vermehrte oder verminderte. Die einleuchtendeſte Unbequemlichkeit dieſes Inſtruments beſtand darin, daß auf daſſelbe, weil die eine Oeffnung dieſes Inſtruments offen gelaſſen werden mußte, von zwey Urſachen gewirkt werden konnte, nehmlich

*) Man ſ. *Jones's* phyſic. diſquiſit. p. 98.

theils von der natürlichen Wärme des Mediums, theils von dem Gewichte der auf die Flüſſigkeit in dem obern Theile der Röhre drückenden atmoſphäriſchen Luft.

Die zweyte Flüſſigkeit, wovon man zunächſt Gebrauch machte, war Weingeiſt, welcher in eine von Luft ganz gereinigte Röhre eingeſchloſſen, ein vollkommeneres Inſtrument, als das vorhergehende, gewährte. Der vorzüglichſte Einwurf, welchen man dieſer Art von Wärmemeſſer macht, iſt dieſer, daß der Weingeiſt nicht im Stande iſt, einen hohen Grad von Wärme oder Kälte auszuhalten, indem er in einem luftleeren Raume ſchon beym zwey und funfzigſten Grad ins Sieden geräth. Dieſes Thermometer heißt das florentiniſche, weil es von einigen Mitgliedern der daſigen Akademie erfunden worden iſt. Es wurde nachher von dem berühmten Reaumur beträchtlich verbeſſert, indem er die Ausdehnbarkeit des Weingeiſtes durch das Hinzugieſſen von Waſſer mit der Größe der Röhre in Verhältniß brachte, oder umgekehrt. Ueberhaupt werden daher die mit Weingeiſt gefüllten Thermometer Reaumurſche genannt.

Oel wurde von Iſaac Newton an Statt des Weingeiſtes angewendet, weil es einen größern Grad der Ausdehnung auszuhalten im Stande ſey, indem es ungefehr einen viermal höhern Hitzgrad, als der des ſiedenden Waſſers beträgt, nöthig hat, um ins Sieden zu gerathen, und einen ſehr hohen Grad von Kälte erfordert, um zu gefrieren. Der vornehmſte Einwurf gegen das Newtonſche Thermometer entſteht von der Zähigkeit des Oels, wodurch eine beträchtliche Menge dieſer Flüſſigkeit an den Seitenwänden hängen bleibt. Sinkt daher das Thermometer, ſo wird es Anfangs tiefer ſtehen, als die natürliche Temperatur des umgebenden Mediums erfordert.

Alle Thermometer wurden daher durch die berühmte Erfindung des Olaf Römer, die Fahrenheit verbeſſerte, unnütz gemacht. Dieſer gebrauchte an Statt aller andern Flüſſigkeiten Queckſilber, welcher ein gleichför-

migerer Körper, als die übrigen Flüſſigkeiten iſt, ſich regelmäſiger ausdehnt und eine größere Scale ſowohl für die Kälte als für die Wärme giebt.

Iſaac Newton, welcher betrachtete, daß Waſſer unveränderlich bey einem gewiſſen Grade von Kälte gefror, und wenn die Hitze bis zu einem gewiſſen Grade geſtiegen war, unveränderlich kochte, nahm den ſogenannten Gefrierpunkt als den Anfang ſeiner Scale an, und zählte von ihm bis zum Siedepunkte vier und dreyſig Grad. Hiernach theilte er ſeine Scale ein. Es iſt aber bekannt, daß es ſelbſt in unſerm Klima oft unter dem Gefrierpunkt kalt iſt. Ungeachtet daher Reaumur ſeine Scale zwar auch beym Gefrierpunkt anfieng, ſo führte er ſie doch auch noch einige Grade tiefer: ſein Siedepunkt iſt 80° über 0. Fahrenheits Scale ſetzt den Gefrierpunkt weit tiefer herunter, nehmlich bis zu demjenigen Kältegrad, welcher entſteht, wenn man die Kugel des Thermometers mit einer Miſchung von Schnee oder geſtoßenem Eis und Salmiack oder Kochſalz umgiebt. Er theilt ſeine Scale in kleinere Theile, als weder Newton noch Reaumur thaten, und bekanntermaßen fällt der Siedepunkt des Waſſers auf den zweyhundert und zwölften Grad derſelben. Iſaac Newton's Thermometer iſt, meiner Meinung nach, jetzt ganz vergeſſen, und Reaumur's wird nur noch von einigen franzöſiſchen und andern Naturforſchern gebraucht. Indeſſen können die Hitzgrade, welche nach dem einen, oder dem andern Inſtrumente angegeben worden ſind, leicht mit einander verglichen werden, wenn man ſich erinnert, daß Newton's 34 gleich iſt Reaumur's 80° und Fahrenheit's 212°, und daß der Gefrierpunkt, welcher der Anfang von Newton's und Reaumur's Scalen iſt, bey Fahrenheit auf 32° über 0 fällt.

Die Eintheilung der Scale eines Queckſilber- oder Fahrenheitiſchen Thermometers kann, nach den gemachten Beobachtungen, keine ſchwere Arbeit ſeyn. Das Queck-

ſilber muß ſorgfältig von Luft gereinigt ſeyn, weil dieſe ſonſt, als eine mehr elaſtiſche Flüſſigkeit, einige Unregelmäßigkeiten in den Ausdehnungen des Metalls hervorbringen, oder ſich auch in dem obern Theile der Röhre anſammeln würde, welcher jedoch die vollkommenſte Leere ſeyn muß, die nur immer hervorgebracht werden kann. Bekanntermaßen wird die Torricelliſche Leere *) gebildet, wenn man eine Glasröhre mit Queckſilber füllt, ſie nachher in einem Gefäße mit der nehmlichen Flüſſigkeit umkehrt, und bis das Queckſilber etwas herabſinkt, langſam zurückzieht. Hierdurch wird der ganze über dem Queckſilber befindliche Theil der Glasröhre von aller Luft frey gemacht werden. Wenn man die Röhre aus dem Queckſilber heraus nimmt, ſo muß man die untere Oeffnung mit dem Finger oder einem andern Stöpſel verſchließſen, um das Eindringen der äuſſern atmoſphäriſchen Luft zu verhüten. Wenn durch dieſe Mittel eine Menge Queckſilber in einer Glasröhre mit einer kleinen Kugel eingeſchloſſen worden iſt, ſo kann das Glas leicht dadurch verſchloſſen werden, wenn man an daſſelbe eine glühende Kohle hält, und mittelſt eines Löthrohrs, dergleichen ſich die Goldſchmidte bedienen, die Flamme derſelben gegen das Glas bläſet. Das Glas ſchmilzt, und verſchließt die Oeffnung der Röhre, ohne daß Luft hinein dringen kann. Dieſe Operation nennt man hermetiſch verſiegeln oder verſchlieſſen **).

Um das Thermometer zu graduiren muß es erſt in eine Miſchung von Schnee oder geſtoſſenem Eiſe und Salmiack geſtellt werden. Der Punkt, bis zu welchem das Queckſilber herabſinkt, muß als der Anfang der Scale oder

*) Von Torricelli, ihrem Erfinder.

**) Es iſt leicht darzuthun, ob ſich in der Röhre, nachdem ſie hermetiſch verſchloſſen worden iſt, eine vollkommene Luftleere befinde oder nicht. Man darf ſie nur umkehren und bemerken, ob ein zurückgebliebenes Luftbläschen das Queckſilber verhindere, auf den Boden der Röhre herab zu fallen.

das o angemerkt werden. Hierauf taucht man es in ſiedendes Waſſer, und bezeichnet dieſen Stand des Queckſilbers mit 212° Die zwiſchen dieſen beyden Grenzpunkten befindliche ſenkrechte Linie wird nun in die eben angeführte Anzahl von Graden eingetheilt.

Thermometer mit kleinen Kugeln und verhältnißmäſigen Cylindern ſind die nützlichſten, weil ein großes Volumen Queckſilber eine beträchtliche Zeit nöthig hat, um durchaus zu erhitzen oder zu erkalten. Man hat es auch für einen günſtigen Umſtand gehalten, wenn der mit der cylindriſchen Röhre zuſammen hangende Theil der Kugel eine kegelförmige Geſtalt hat.

Daß das Thermometer ein ſicherer Maaßſtab für die Wärme iſt, läßt ſich durch einige ſehr entſcheidende Verſuche darthun. Wenn gleiche Mengen von warmem und kaltem Waſſer mit einander vermiſcht werden, ſo wird die Hitze oder Miſchung genau das Mittel zwiſchen den Temperaturen der beyden Waſſermengen halten *). Dieſe Thatſache wurde durch das noch genauere Experiment des Dr. Crawford beſtätiget, welcher eine Methode erfand, den Sied- und Gefrierpunkt mit einander zu vereinigen, und dann bemerkte, daß der dem Thermometer mitgetheilte Wärmgrad ſo genau als möglich das arithmetiſche Mittel zwiſchen jenen beyden äuſſerſten Punkten war **).

Es erhellt aus der Natur der Ausdehnung, daß Thermometer auch von feſten Körpern verfertiget werden können. Zwar ſind metalliſche Thermometer gelegentlich verfertiget und für verſchiedene Endzwecke graduirt wor-

*) Dieſer Verſuch wurde urſprünglich von dem Dr. Brook Taylor angeſtellt, und nachher von de Luc und Crawford wiederhohlt, welcher wegen der Unmöglichkeit den Verſuch ohne allen Zeitverluſt anzuſtellen die Hitze der Miſchung allezeit unter dem arithmetiſchen Mittel fand. S. *Crawford* on heat. p. 18. ff. 2d. edit.

**) Ebendaſelbſt S. 47. 48.

den; aber ihr Nutzen iſt nothwendig ſehr beſchränkt, weil feſte Körper mit mehrerer Schwierigkeit, und in einem geringern Grad ausgedehnt werden, als flüſſige.

Ungeachtet das Queckſilber-Thermometer weit vollkommener, und im Stande iſt, höhere Hitzgrade anzugeben, als diejenigen Wärmemeſſer, welche vor Fahrenheit's Zeit im Gebrauche waren, ſo iſt doch, da das Queckſilber beym ſechshunderten Grade der Fahrenheitſchen Thermometerſcale, das heißt, weit unter dem Hitzgrade des rothglühenden Eiſens, ſiedet, und da ferner klar iſt, daß keine Flüſſigkeit über dem Punkte, wo ſie ſelbſt in Dämpfe verwandelt wird, einen ſichern Maasſtab für die Hitze abgeben kann, gleichfalls einleuchtend, daß es viele Hitzgrade geben müſſe, welche durch kein Queckſilber-Thermometer beſtimmt werden können. Dieſe Grade ſind von Chemikern und Künſtlern mit ſehr geringer Genauigkeit, nehmlich blos nach dem äuſſern Anſehen beſtimmt worden: man hat ſie die rothe und weiſſe Glühhitze genennt. Um die aus dem Mangel eines beſtimmten Maasſtabs der den Siedpunkt des Queckſilbers überſteigenden Hitze entſpringenden Unbequemlichkeiten aus dem Wege zu räumen, hat man verſchiedene Methoden vorgeſchlagen, wovon ich blos zwey anzuführen werth halte.

Ein ſehr großer Naturforſcher, den man den Vater der neuern Lehren von der Hitze nennen kann schlägt, um die Hitze eines gegebenen Ofens zu beſtimmen, vor, einen Körper, deſſen Dimenſionen leicht gefunden werden können, in den Ofen zu legen, und, wenn er die Hitze deſſelben angenommen hat, in einer Menge von kaltem Waſſer einzutauchen, und den Grad von Hitze durch das Verhältniß, worin die Menge des Waſſers zu dem Umfange des erhitzten Körpers ſteht, zu multipliciren Wenn daher ein Stück Eiſen bis zum Rothglühen erhitzt iſt, und in eine Menge von Waſſer, die den Umfang des Eiſens hundert Mal überſteigt, gethan wird, ſo iſt einleuchtend, daß die Temperatur des auf dieſe Weiſe erhitzten Waſſers,

mit Hundert multiplicirt, die Hitze des rothglühenden Eiſens geben werde.

Eine andere Methode, hohe Hitzgrade zu beſtimmen, iſt von dem verſtorbenen Wedgwood vorgeſchlagen worden. Er bediente ſich zu dieſer Abſicht der vorzüglichen Eigenſchaft, thönerner Körper, nach welcher ſie ſich, dem Feuer ausgeſetzt, zuſammenziehen. Die merkliche Zuſammenziehung irdener Geſchirre fängt bey einem ſchwachrothen Hitzgrade an, und ſchreitet regelmäſig fort, bis der Thon verglaſet. Daher beſteht Wedgwood's Thermometer aus einer kleinen Menge dieſes Thons, welcher auf eine ſchickliche Weiſe gebacken und ſo genau an ein meſſingenes Lineal gefügt wird, daß er in der Rinne dieſes Lineals im Verhältniß ſeiner durchs Feuer erlittenen Zuſammenziehung vorwärts geſchoben werden kann. Er theilt ſeine Scale von demjenigen Hitzgrade, bey welchem ſich der Thon zuſammen zu ziehen anfängt, bis zu dem höchſten Grade von Hitze, welche wir hervorzubringen im Stande ſind, in hundert und ſechzig Grade. Durch dieſes Inſtrument fand er, daß das Kupfer bey 27°, das Silber bey 28°, das Gold bey 32°, das gegoſſene Eiſen bey 130° ſchmolz.

Viertes Kapitel.

Von der Flüſſigkeit.

Der Wärmeſtoff iſt die Urſache der Ausdehnung ſowohl, als der Flüſſigkeit. — Erſcheinungen an Körpern, welche aus einem feſten Zuſtande in einen flüſſigen, und umgekehrt übergehen. — Erklärung der heftigen Kälte auf der ſüdlichen Halbkugel. — Unterſchied zwiſchen Ausdehnung und Flüſſigkeit. — Erläuternde Verſuche der Lehre von der latenten Hitze. —

Es iſt im Vorhergehenden behauptet worden, daß alle Körper blos eine beſtimmte Menge Feuermaterie zu ertheilen im Stande ſind, wofern ſie nicht eine Veränderung in Anſehung ihrer äuſſern Form erleiden ſollen. Die nehmliche Urſache, von welcher die Ausdehnung abhängt, kann, bis zu einem gewiſſen Grade erhöhet, eine gänzliche Auflöſung der Theile eines Körpers verurſachen und denſelben in einen flüſſigen Zuſtand verſetzen. Ein noch weiter gehendes Wachsthum der nehmlichen Kraft verflüchtiget den Körper, oder verurſacht, daß derſelbe in der Geſtalt einer elaſtiſchen Flüſſigkeit, dergleichen Luft oder Dämpfe ſind, davon geht.

Zu Folge dem, was in dem vorigen Kapitel behauptet wurde, iſt es nicht ſchwer zu begreifen, daß dieſe Erſcheinungen alle von der nehmlichen Urſache abhängen. Die feine Feuermaterie, welche die einzige fortdauernd elaſtiſche Subſtanz, das heißt, eine ſolche zu ſeyn ſcheint, zwiſchen deren Theilen eine natürliche Zurückſtoßung

Statt findet, dringt von ſelbſt zwiſchen die Theilchen der Körper, zerſtöhrt oder wirkt vielmehr der Kraft der Anziehung oder des Zuſammenhangs entgegen, welche die Theilchen der Körper nöthiget, ſo genau als nur immer möglich mit einander in Berührung zu kommen.

Wenn ein Körper aus einem feſten Zuſtande in einen flüſſigen verſetzt wird, ſo wird eine Menge Feuer aus dem ihn umgebenden Medium verſchluckt. Die Natur der Flüſſigkeiten wird daher vielleicht nicht uneigentlich beſchrieben, wenn man annimmt, daß ſie aus den kleinſten, in einer gewiſſen Menge Feuer gleichſam ſchwimmenden Theilen derjenigen Körper, woraus ſie entſtanden ſind, beſtehen. Um einzuſehen, wie Feuer in dieſem combinirten Zuſtande vorhanden ſeyn könne, ohne irgend eine ſeiner zerſtöhrenden Eigenſchaften zu äuſſern, darf man ſich blos erinnern, daß Feuer, gleich jedem andern Körper, blos in einem freyen Zuſtande thätig ſeyn kann. Feuer kann in unſern Gefühlsorganen auf keine andre Weiſe die Empfindung von Hitze hervorbringen, wofern es nicht in dieſe Gefühlsorgane eindringt. Wenn es daher von irgend einem andern Körper vermöge eines höhern Grades der Verwandſchaft zurück gehalten wird, ſo iſt es augenſcheinlich, daß es auf unſer Gefühl nicht ſo wirken kann, als es ſonſt thun würde, wenn es von demſelben angezogen werden könnte.

Auf die nehmliche Weiſe wirken die mineraliſchen Säuren, Salpeterſäure zum Beyſpiel, in einem freyen Zuſtande mit Gewalt auf die mehreſten Körper, und zerfreſſen oder ulceriren unſer Fleiſch, wenn ſie mit ihm in Verbindung gebracht werden. Allein werden ſie mit einem andern Körper vereiniget, welcher eine ſtärkere Verwandſchaft gegen ſie beſitzt, zum Beyſpiel mit einem Laugenſalze, ſo wird dieſer Körper verhindern, daß ſie auf einen andern wirken, und ſie werden aller ihrer ſchädlichen Eigenſchaften vollkommen beraubt werden. Auf dieſe Art iſt

der

der ſichre und unſchuldige Salpeter eine Zuſammenſetzung, welche aus zwey heftig wirkenden und ätzenden Subſtanzen, einem ätzenden Laugenſalze und der Salpeterſäure oder dem Scheidewaſſer, beſteht, und das Küchenſalz wird aus dem nehmlichen Laugenſalze und der Kochſalzſäure gebildet.

Jeder Körper verſchluckt, bey ſeinem Uebergange aus einem feſten in einen flüſſigen Zuſtand, oder aus dem Zuſtande einer gemeinen in den einer mehr oder minder elaſtiſchen Flüſſigkeit, eine Menge Wärmeſtoff oder Feuer, und folglich wird bey dem Proceſſe allezeit ein gewiſſer Grad von Kälte hervorgebracht. Und im Gegentheil jeder Körper giebt, bey ſeinem Uebergange aus einem flüſſigen in einen feſten Zuſtand, oder aus dem Zuſtande einer lockern Flüſſigkeit in eine dichtere, eine Menge desjenigen Feuers von ſich, welches den Zuſtand der Flüſſigkeit verurſachte. Und es wird durch dieſen Proceß ein verhältnißmäſiger Grad von empfindlicher Hitze hervorgebracht.

Durch dieſe Theorie können nun eine Menge Erſcheinungen, welche zuvor unerklärt blieben, auf die deutlichſte Weiſe aufgehellt werden. Man weiß hinlänglich, daß die ſogenannte kältemachende Miſchung aus einer Menge gepülverten Eis oder Schnee und Salpeterſäure oder irgend einer andern ſaliniſchen Subſtanz beſteht. Die ungeheure Kälte, welche durch dieſe Miſchung ſo jähling hervorgebracht wird, muß einzig und allein dem jählingen Schmelzen des Eiſes zugeſchrieben werden, in welchem Falle alle benachbarte Körper eine Menge von Wärmeſtoff oder Feuer hergeben müſſen, die durch das ſchmelzende Eis verſchluckt und von der Flüſſigkeit in einem latenten Zuſtande oder in dem Zuſtande der Verbindung zurückgehalten wird. Aus dem nehmlichen Grunde wird Kälte durch Verdampfung bewirkt. Denn die Menge von Elementarfeuer, welche von einer Flüſſigkeit bey ihrem Uebergange in einen lockerern Zuſtand angezogen wird und

Staats... München

nöthig iſt, um die Feuer-Atmoſphären um die kleinſten Theile des Körpers zu bilden, muß ſchlechterdings von den umgebenden Körpern wieder erſetzt werden und mit einem Grade von Kälte verbunden ſeyn.

Die ſüdliche Halbkugel unſrer Erde iſt beträchtlich kälter, als die nördliche, und ſelbſt mitten im Sommer hat man in den nahe am Polarzirkel liegenden Gegenden einen auſſerordentlichen Kältegrad bemerkt. Um dieſe Erſcheinungen zu erklären, müſſen wir wahrſcheinlich zu zwey Urſachen unſre Zuflucht nehmen. Es giebt nehmlich erſtlich in dieſer Halbkugel eine größere Waſſerfläche, folglich iſt die Verdampfung beträchtlich größer, als in der nördlichen Hemiſphäre; und da das Südmeer mit einer Menge von ungeheuren Eisinſeln verſehen iſt, ſo verſchluckt das fortdauernde Schmelzen des Eiſes die Feuermaterie aus der umliegenden Atmoſphäre. In der That verſichern uns auch die Seefahrer, daß die Kälte bey Annäherung eines ſolchen ſchwimmenden Eisberges beträchtlich vermehrt werde. Thauwetter wird zum Theil aus dem nehmlichen Grunde um vieles kälter, als ein anhaltender Froſt befunden; ungeachtet man ſich auch erinnert, daß bey Thauwetter die Atmoſphäre immer neblicht iſt, und eine nebelichte Luft ein weit beſſerer Leiter für die Hitze iſt, als eine trockne.

Im Gegentheil, wenn ein flüſſiger Körper in einen feſten Zuſtand übergeht, ſo wird unumgänglich eine Menge Feuer frey. Die Hitze, welche beym Löſchen des Kalkes entbunden wird, iſt bisweilen ſo groß, daß ſie Holz entzündet. Es iſt ſchon gezeigt worden, daß in dieſem Falle die Beſtandtheile des Waſſers von dem Kalke eingeſogen und die Feuermaterie, welche daſſelbe zuvor flüſſig erhielt, entbunden wird. Eine Miſchung von weſentlichen Oelen mit Vitriolſäure bringt die neymliche Wirkung hervor. Die Miſchung bildet eine feſte Maſſe, und das Feuer, welches die Flüſſigkeiten enthielten, wird auf einmal frey. Waſſer wird oft bey einer Temperatur von einigen Graden

unter dem Gefrierpunkt noch flüſſig bleiben: allein wenn man das Waſſer ſchüttelt, ſo bildet es jählings eine Eismaſſe, und das Feuer, welches das Waſſer in ſeinem flüſſigen Zuſtande enthielt, wird entwickelt und das Thermometer um einige Grade ſteigen machen. Man bemerkt oft, daß die Luft, während es ſchneyt, ungemein mild iſt. Der Grund hievon iſt, weil der Wärmeſtoff, welchen das Waſſer vor ſeiner Verwandlung in Schnee enthielt, nun, da es aus einem flüſſigen Zuſtand in einen feſten übergeht, entwickelt wird, und empfindbare Hitze verurſacht. Die Verbindung von ätzendem, das heißt, keine Luftſäure enthaltendem Laugenſalze mit einer Säure verurſacht große Hitze auf die nehmliche Weiſe, als wenn Waſſer auf ungelöſchten Kalk gegoſſen wird. Allein wenn das Laugenſalz mild, oder, mit andern Worten, mit fixer Luft verbunden iſt, ſo wird dieſe Subſtanz, bey der Verbindung des Laugenſalzes mit einer Mineralſäure, in eine luftförmige Geſtalt verſetzt werden. Hierdurch wird Feuermaterie verſchluckt, mit der fixen Luft fortgeriſſen und alſo keine Hitze erzeugt werden *).

Es iſt bewieſen worden, daß Ausdehnung und Flüſſigkeit von der nehmlichen Urſache abhängen. Indeſſen giebt es folgenden Unterſchied in dieſen Wirkungen: bey der Ausdehnung findet eine regelmäſige Zunahme und Vergrößerung des Umfangs im Verhältniß mit dem Grade der Hitze Statt; da hingegen der Uebergang aus einem flüſſigen in einen feſten Zuſtand und umgekehrt jähling erfolgt, und ein Körper unter oder über einem beſondern Punkt der Temperatur allezeit flüſſig oder feſt bleibt. Zwar giebt es einige Körper, welche ſich in einem Zwiſchenzuſtande von Flüſſigkeit und Feſtigkeit zu befinden ſcheinen, z. B. Wachs, Talg u. ſ. w., allein ſelbſt in dieſen Körpern iſt der Punkt, bey welchem ſie völlig flüſſig werden, ein feſter Punkt,

*) Man ſ. Dr. *Higgins's* vortrefliche Experiments and Obſervations p. 319.

ungeachtet die verſchiedenen Stufen der Weichheit von den verſchiedenen Hitzgraden abhängen.

Bey der Ausdehnung wächst alſo die empfindbare Hitze im Verhältniß mit der Wirkung: aber bey der Flüſſigkeit iſt es verſchieden. Denn wenn die Körper bis zu dem Schmelzpunkte oder zu dem Punkte des Flüſſigwerdens gekommen ſind, ſo wird eine beträchtliche Menge von Elementarfeuer verſchluckt, ohne einige empfindbare Wärme zu verurſachen oder die Temperatur des Körpers zu verändern. Dieſes Verſchlucken von Wärmeſtoff dauert oft eine beträchtliche Zeit hindurch fort, je nachdem die umliegenden Körper für dieſen verſchluckten Wärmeſtoff Erſatz liefern. Wenn daher ein Thauwetter einfällt, ſo iſt die Wärme oft weit über den Gefrierpunkt, und obgleich das Eis langſam ſchmelzt, ſo iſt es doch beſtändig mit einer Luft umgeben, welche eine wärmere Temperatur beſitzt, als das Eis, und ſaugt aus dieſer Luft die Feuermaterie gleichſam ein. Wenn auf der andern Seite eine Menge kochendes Waſſer auf Eis gegoſſen wird, ſo wird das letztere unmittelbar ſchmelzen; dieſer Umſtand beweiſet, daß es nicht ſchwer iſt, die Theilchen des Eiſes von einander zu trennen, wenn nur eine hinlängliche Menge von Hitze herbey geſchafft worden iſt. Der Grund von dieſen Thatſachen wird aber durch die folgenden Verſuche deutlicher gemacht werden.

Wenn ein Pfund Waſſer von einer Temperatur = 32° mit einer gleichen Menge dieſer nehmlichen Flüſſigkeit von einer Temperatur = 172 vermiſcht wird, ſo wird die Temperatur der Miſchung 102° betragen, welches das arithmetiſche Mittel zwiſchen der Hitze beyder Waſſermengen iſt. Wenn aber ein Pfund Eis, das auch die Temperatur von 32° beſitzt, mit einem Pfunde Waſſer von 172° Wärme in Verbindung gebracht wird, ſo wird die Temperatur der Miſchung gleich 32° ſeyn. Es erhellt daher, daß beym Schmelzen des Eiſes ein Hundert und

vierzig Grad Wärme, das heißt, eine ſolche Menge von Elementarfeuer, als nothwendig iſt, um dieſen Hitzgrad hervorzubringen, verſchluckt, oder in einen Zuſtand von inniger Verbindung verſetzt worden ſey, in welchem ſie keine Wirkung auf das Thermometer äuſſern kann *).

Die Hitze, welche Waſſer verſchluckt wenn es ſeine flüſſige Geſtalt annimmt, wird wiederum frey, wenn es gefriert. Wenn ein Pfund Waſſer von 32° Wärme mit einer gleichen Menge Eis von 4° Temperatur gemiſcht wird, ſo wird beynahe ein Fünftel Waſſer gefrieren, und die Temperatur der Miſchung wird 32 betragen. In dieſem Verſuche iſt die Temperatur des Eiſes von 4° bis auf den Gefrierpunkt geſtiegen. Es iſt daher einleuchtend, daß durch das Gefrieren eines Fünftel Pfundes Waſſers eine Menge Feuermaterie entbunden worden iſt, welche die Temperatur des Eiſes beynahe um 28 Grad zu erhöhen vermag: beym Gefrieren eines ganzen Pfundes Waſſers wird daher eine ſolche Menge Feuermaterie frey werden, als hinreicht, um die Temperatur des Eiſes fünf Mal acht und zwanzig, oder 140° zu erhöhen. Die Menge des Wärmeſtoffs, welche beym Gefrieren des Waſſers entbunden wird, iſt folglich genau derjenigen gleich, welche beym Schmelzen des Eiſes gebunden oder verſchluckt worden war **).

Man hat zu Fahrenheits Zeit in Anſehung der Lockerheit des Eiſes geſtritten, ob ſie von der während ſeiner Flüſſigkeit in ihm befindlichen atmoſphäriſchen Luft abhänge. Er glaubte, daß er ein im Waſſer niederſinkendes Eis hervorbringen könnte, wenn er alle Luft aus dem Waſſer heraus gezogen hätte. Er verſuchte dieſes mit kleinen, mit Waſſer angefüllten Glaskugeln. Nachdem er ſie aber einer ſehr heftigen Kälte ausgeſetzt hatte, ſo

*) Man ſ. *Crawford* on the animal heat. p. 72.

**) Man ſ. *Crawford* on anim. heat p. 72.

dauerte es lange, ehe das Waſſer gefror, ungeachtet es weit unter dem Gefrierpunkt abgekühlt worden war: als er ſie aber, der Unterſuchung wegen, zerbrach, ſo drang die Luſt hinein, und verurſachte durch den jählingen Stoß, daß das Waſſer augenblicklich gefror. Er fand hernach, daß eine bloſe Erſchütterung die nehmliche Wirkung hervorbringen könne. Wenn luftfreyes Waſſer, welches ſich in vollkommener Ruhe dabey befindet, der freyen, und unter 32° kalten Atmoſphäre ausgeſetzt wird, ſo wird das hineingehaltene Thermometer oft acht bis zehn Grad unter dem Gefrierpunkt herabſinken, ohne im geringſten zu gefrieren: wenn aber das Gefäß nur äuſſerſt ſchwach erſchüttert wird, ſo wird ein Theil des Waſſers unmittelbar feſt werden, und die Temperatur der Miſchung von Eis und Waſſer wird bis auf 32° ſteigen. Der Grund von der Zunahme der Temperatur in dem zurückbleibenden Waſſer wird aus den vorhergehenden Verſuchen deutlich ſeyn. Durch das Gefrieren eines Theils des Waſſers wird eine Menge von dem im Waſſer enthaltenen Elementarfeuer ausgetrieben, welche ſich in dem zurückgebliebenen Waſſer verbreitet und ſeine Temperatur bis auf 32° oder den Gefrierpunkt erhöht.

Verſchiedene Hitzgrade ſind erforderlich, um verſchiedene Körper in einer flüſſigen Geſtalt zu erhalten. Waſſer, Queckſilber und einige andre Subſtanzen bleiben bey einem Hitzgrade flüſſig, welcher ſich weit unter der gewöhnlichen Wärme der Atmoſphäre befindet; und der Grad von Kälte, welchen das Queckſilber ohne feſt zu werden aushält, iſt ſo groß, daß man, vor den Verſuchen des Profeſſor Braun in Petersburg, das Gefrieren deſſelben für unmöglich hielt.

Fünftes Kapitel.

Vom Kochen, von Dämpfen u. ſ. w.

Elaſtiſche Flüſſigkeiten von gemeinen Flüſſigkeiten unterſchieden. — Specifiſches Gewicht des Dampfes. — Auf welche Art Dr. Black auf ſeine Theorie von der latenten Hitze geleitet wurde. — Ausserordentliche Hitze des Dampfes. — Kochen. — Alle Flüſſigkeiten kochen im luftleeren Raume bey einer geringern Temperatur, als wenn die Atmoſphäre darauf drückt. — Verſuche. — Erklärung der Erſcheinungen beym Kochen und Verdampfen. — Warum Waſſer eine Flamme auslöſcht. — Von freyen Stücken erfolgende Ausdampfung. — Erſcheinungen des Thaues, Nebels u. ſ. w.

Wenn die Feuermaterie bis zu einem gewiſſen Grad angehäuft wird, ſo wird die ihrer Wirkung ausgeſetzte Subſtanz aus dem Zuſtande einer gemeinen Flüſſigkeit in den Zuſtand einer elaſtiſchen oder zuſammendrückbaren verſetzt werden, welche gemeiniglich durchſichtig und äuſſerſt locker und leicht iſt.

Dampf (vapour) oder Dunſt (ſteam,) worunter man Waſſer verſteht, das in eine elaſtiſche Flüſſigkeit verwandelt worden iſt, beſitzt ein ſpecifiſches Gewicht, das tauſend achthundert Mal leichter iſt, als Waſſer, oder mit andern Worten, eine gegebene Menge Waſſer wird in einer elaſtiſchen Geſtalt einen tauſend und achthundert Mal größern Raum als zuvor einnehmen. Der Proceß des

Ueberganges aus dem Zuſtande einer gemeinen Flüſſigkeit in den Zuſtand des Dampfes heißt das Sieden, und der Hitzgrad, bey welchem eine Flüſſigkeit zu kochen anfängt, der Siedpunkt, welches beym Waſſer 212° des Fahrenheitſchen Thermometers iſt.

Wenn eine Flüſſigkeit bis zum Siedepunkt ſteigt, und aus ihrem gewöhnlichen Zuſtande in Dampf übergeht, ſo findet die nehmliche Wirkung Statt, welche bey der Verwandlung eines feſten Körpers in eine Flüſſigkeit bemerkt worden iſt, nehmlich eine Menge von Wärmeſtoff oder Elementarfeuer wird ohne Zunahme der Temperatur verſchluckt. Wenn im Gegentheil eine elaſtiſche Flüſſigkeit verdichtet wird, ſo wird die nehmliche Feuermenge beſtändig frey und folglich empfindbare Hitze verurſacht. Beobachten wir das Erhitzen des Waſſers, ſo werden wir finden, daß die Hitze in daſſelbe ſehr ſchnell übergeht, bis ſie den Siede- oder Verdampfungspunkt erreicht hat. Angenommen, daß in den letzten fünf Minuten ſeine Hitze um zehn Grad vermehrt worden ſey, ſo ſollten wir vermuthen, daß ſie in den nächſten fünf Minuten wenigſtens ſechs oder ſieben Grade mehr betragen werde. Allein dieſes iſt der Fall nicht; denn obgleich nur ſehr wenig Waſſer verdampft iſt, ſo iſt doch die zurückgebliebene Waſſermenge nicht merklich heiſſer. Um die zur Verwandlung einer Menge Waſſer in Dämpfe nothwendige Zeit auszumitteln, wurden eine Anzahl flachbodenige cylindriſche Gefäſſe von Eiſen verfertiget, worein eine Menge Waſſer von 54° Wärme geſchüttet wurde. Dieſes Waſſer wurde in vier Minuten bis zum Siedepunkte erhitzt, und folglich werden, da die Hitze des Feuers mit der nehmlichen Stärke fortdauerte, fünf Mal hundert und acht und funfzig Grad erfordert, um das Waſſer in Dampf zu verwandeln. Dieſe auſſerordentliche Vermehrung des Feuers iſt indeſſen weder im Waſſer, noch im Dampfe empfindbar. Denn wenn ein Thermometer dem Dunſte ausgeſetzt wird, ſo ſteigt es nicht höher, als bis zum Siedepunkte: die Feuer-

materie iſt daher wirklich von derjenigen Flüſſigkeit verſchluckt worden, welche in Dampf verwandelt worden iſt, und wird in dem Zuſtande einer innigen Verbindung in ihr zurückg halten. Wenn der Dampf in der Abkühlungs-Vorrichtung eines Deſtillirkolbens verdichtet worden iſt, ſo wird das latente oder gebundene Feuer auf einmal empfindbar gemacht: denn die Abkühlungs-Anſtalt iſt um vieles ſtärker erhitzt, als die empfindbare Hitze des Dampfes, weil in jener, wenn ſie angehäufet würde, das Thermometer über 800° hinauf getrieben würde.

Dr. Crawford hat uns die Nachricht gegeben, daß Dr. Black, welcher unſtreitig der Urheber der jetzigen Lehre von dem Feuer und der Flüſſigkeit iſt, zuerſt auf die Entdeckung von der Verſchluckung der Hitze durch wäſſerige Dämpfe dadurch geleitet wurde, daß ihm eine unerwartete Erſcheinung bey einem mit Waſſer bey einer hohen Temperatur angeſtellten Verſuche aufſties. Eine Menge dieſer Flüſſigkeit war im Papiniſchen Digeſtor *) bis zu einer Temperatur von mehrern Graden über den Siedepunkt (wie mir erzählt worden iſt, bis zu 410°) erhitzt und nachher, durch Oeffnung eines Hahns, mit der äuſſern Luft in Verbindung gebracht worden, wodurch ein Theil deſſelben augenblicklich als Dampf davon gieng, und das Waſſer in dem nehmlichen Zeitpunkte bis zur Temperatur von 212° herabſank **). Da es indeſſen in die Augen fiel, daß nur eine ſehr kleine Menge Waſſer durch die jählinge Verdampfung verlohren gegangen war, ſo war der Schluß ganz natürlich, daß die ganze überflüſſige Feuermenge, welche das Waſſer zuvor eingeſogen hatte, von dieſem kleinen, in Dampfgeſtalt übergegangenen Theile verſchluckt worden war.

*) Der Papiniſche Topf oder Digeſtor beſteht aus einem ſehr ſtarken eiſernen Gefäße.

**) Man ſ. *Crawford* on animal heat p. 77.

Dieſe Thatſache wurde von dem nehmlichen Naturforſcher durch folgenden Verſuch beſtätiget. Wenn acht Pfund Eiſenfeilſpäne von einer Temperatur, gleich 212° mit einem Pfunde Waſſer von 32° Wärme vermiſcht werden, ſo wird die Temperatur der Miſchung genau 122° betragen; das Eiſen wird um 90° abgekühlt, das Waſſer hingegen um 90 erhitzt worden ſeyn. Wenn aber acht Pfund Eiſenfeile bis zu 300° erhitzt und mit einer gleichen Menge Waſſer von 212° Hitze vermiſcht werden, ſo wird die Temperatur der Miſchung 212° ſeyn und ein Theil des Waſſers wird als Dampf fortgehen, deſſen Temperatur ebenfalls 212° betragen wird. In dieſem Verſuche iſt die Temperatur des Eiſens um acht und achtzig Grad verringert worden, ohne daß dadurch dem Waſſer die geringſte in die Sinne fallende Zunahme der Hitze erwachſen wäre. Der ſicherſte Schluß hieraus iſt daher dieſer, daß das überflüſſige Feuer verſchluckt worden und mit dem Dampfe davon gegangen iſt *).

Dampf iſt eine elaſtiſche Flüſſigkeit, das heißt, eine ſolche, welche in einem der zuſammen drückenden Kraft angemeſſenen kleinern Raum zuſammen gepreßt werden kann. Seine Kraft, womit er der Zuſammendrückung widerſteht, iſt indeſſen, wenn er bis zu einem gewiſſen Grad angehäuft worden iſt, weit größer, als des Schießpulvers, oder irgend eines andern Körpers, womit wir bekannt ſind. Dämpfe ſind daher eine der mächtigſten und gefährlichſten Kräfte in der Natur. Eine kleine Menge Waſſer, welche auf kochendes Oel oder in geſchmolzene Meta e gegoſſen wird, bringt fürchterliche Wirkungen hervor. Das Waſſer ſinkt in dem Oele zu Boden, wo es in Dampf verwandelt, durch die Stärke ſeiner Ausdehnung ein auſſerordentlich heftiges Aufwallen und eine eben ſo ſtarke Exploſion verurſacht, wodurch die erhitzte Flüſſigkeit mit unglaublicher Geſchwindigkeit aus dem Gefäße her-

*) Man ſ. *Crawford* on animal heat p. 78.

aus geworfen wird. Wenn daher beym Gieſſen eiſerner oder kupferner Gefäße die geringſte Menge Feuchtigkeit in der Form enthalten iſt, oder wenn das Metall auf ſeinem Wege vom Ofen in die Form irgend eine Feuchtigkeit antrifft, ſo wird ſie mit der gröſten Gefahr für den Arbeiter von dem geſchmolzenen und glühheiſſen Metalle explodirt werden. In den Philoſophical Transactions iſt ein Fall von einem zerſprungenen Papiniſchen Topfe erzählt worden, welcher ein Nöſel Waſſer enthielt: dieſer Fall beweiſet die erſtaunliche Gewalt der Dämpfe hinlänglich. Der Knall des zerſpringenden Gefäßes wurde in einer beträchtlichen Entfernung von einer Magd gehört, welche auf einem benachbarten Felde die Kühe molk, und die im Hauſe befindlichen Dienſtboten verſicherten, daß das Haus davon erſchüttert worden wäre. Das Gefäß flog in einer geraden Linie quer durch das Zimmer und zerſchmetterte eine eichene, einen Zoll dicke Pfoſte in Stücken. Das auſſerordentlichſte dabey war dieſes, daß man in keinem Theile des Zimmers die geringſte Spur von Waſſer fand: das Feuer war jedoch völlig ausgelöſcht *).

Die Stärke der gemeinen Feuermaſchine iſt hinlänglich bekannt **). Ein vom Herrn Jones in ſeinen Phy-

*) Man ſ. Philoſoph. Transact. abridg. Vol. VIII. p. 465.

**) In dieſen Maſchinen wird der Dampf in einen weiten Cylinder oder Stiefel von Eiſen hineingeleitet, worin ſich ein ſehr ſchwerer Stämpel von dem nehmlichen Metall auf und nieder bewegt. Wenn der Stämpel fallen ſoll, ſo wird der Dampf durch das Einſpritzen von etwas kaltem Waſſer augenblicklich verdichtet, und ein leerer Raum dadurch hervorgebracht, ſo daß der Stämpel durch den Druck der Atmoſphäre zum Niederſinken genöthiget wird. Durch dieſes wechſelſeitige Steigen und Fallen des Stämpels, welches einige Mal in einer Minute erfolgt, wirkt die Maſchine [illegible] eine Saugpumpe, mittelſt welcher Waſſer geſ[illegible] einem beſondern

ſiological Diſquiſitions erzählter Fall dient ſehr gut, um ihre Wirkungen deutlich zu machen. „Ein Handwerksmann, welcher mit noch einigen andern gebraucht worden war, eine Feuermaſchine zu Chelſea auszubeſſern, erzählte mir, daß, wie ſie eben, während die Maſchine im Gange war, um ſie herum beſchäftigt geweſen wären, den Fehler aufzufinden, der Stiefel, welcher ſehr weit und durch die Länge der Zeit ſehr abgenutzt worden war, jähling zerriſſen ſey: der aus dieſem Riſſe hervordringende Dampfſtrahl habe einen der dabey ſtehenden Arbeiter und ihn, wie ein Blitz, todt zur Erde niedergeworfen. Seine Cameraden wären ſo ſchnell, als möglich, zu ſeiner Hülfe herbey gelaufen; allein wie ſie ihm die Kleider auszuziehen bemüht geweſen wären, ſo wäre das Fleiſch zugleich mit von den Knochen herunter gegangen.“

Ungeachtet alle Flüſſigkeiten durch das Feuer in elaſtiſche verwandelt werden, ſo hängt doch die Menge von Feuermaterie, welche erforderlich iſt, um gemeine Flüſſigkeiten in den Zuſtand von elaſtiſchen zu verſetzen, von verſchiedenen Umſtänden ab. Die eigentliche Natur einer elaſtiſchen Flüſſigkeit macht ſie beſonders fähig, von dem Gewichte der auf ihr liegenden Luft afficirt zu werden. Alle Flüſſigkeiten kochen daher bey einem weit geringern Grade von Hitze im luftleeren Raume, als beym gewöhnlichen Drucke der Atmoſphäre. Aus dieſem Grunde kann man Waſſer, das mäſig erhitzt und unter die Glocke einer Luftpumpe geſtellt wird, dadurch zum kochen bringen, daß man einen Theil der Luft, wodurch es zuſammen gedrückt wurde, wegnimmt. Dieſes Aufwallen hört ſogleich wieder auf, ſobald man die Luft wieder unter die Glocke läßt, und

Orte wieder ausgeleert wird. Dieſe Maſchine iſt in Betrachtung ihrer ungeheuren Stärke eine der einfachſten in der Welt, allein wie der Papiniſche Topf kann ſie äuſſerſt gefährlich werden, wenn das Feuer durch irgend einen Zufall zu ſtark auf ſie wirkt.

den Druck auf die Oberfläche des Waſſers wieder herſtellt *). In dem vollkommenſten leeren Raume, welchen wir hervorzubringen im Stande ſind, kocht das Waſſer bey neunzig, und der Weingeiſt bey zwey und funfzig Graden, das heißt, hundert und zwey und zwanzig Grade unter dem Siedepunkte beym gewöhnlichen Druck der Atmoſphäre.

Der gegenwärtige Biſchoff von Landaff, ein einſichtsvoller Naturforſcher, erzählt einen ſchönen Verſuch, welcher die Natur des Kochens überhaupt, und beſonders den eben erwähnten Umſtand dabey erläutert. Er nahm in der Abſicht, ein beweiſendes Beyſpiel von der Zunahme der Ausdehnungen durch die Hitze zu geben, ein Glasgefäß, welches in Anſehung ſeiner Geſtalt einem Thermometer nicht ungleich war, und wovon die Kugel über vier Quartmaas Flüſſigkeit erhielt, die Röhre aber einen engen Durchmeſſer hatte und ungefehr zwey Fuß lang war. Dieſes Gefäß wurde mit kochendem Waſſer bis an das obere Ende der Röhre gefüllt und mit einem Korkſtöpſel verſtopft. Das Waſſer berührte Anfangs die untere Fläche des Stöpfels genau: beym allmähligen Erkalten zog es ſich jedoch zuſammen und ſank in der Röhre ſichtbar herab. Auf dieſe Art war die erſte Abſicht des Verſuchs erreicht. Allein hier zeigte ſich eine unerwartete Erſcheinung von ſelbſt. Denn ungeachtet das Waſſer vom Feuer weggenommen, und kälter geworden war, auch das Sieden ſchon eine Zeit lang ganz aufgehört hatte, ſo fieng es doch auf einmal von ſelbſt wieder ſehr ſtark zu kochen an. Wenn ein rothglühendes Eiſen an denjenigen Theil der Röhre gehalten wurde, durch welchen das Waſſer bey ſeiner Zuſammenziehung herab geſunken war, ſo hörte das Sieden ſogleich auf. Sobald als indeſſen dieſes rothglühende Eiſen hinweg genommen worden war, ſtellte ſich das Aufwallen des Waſſers wieder ein, und wurde mehr, als gewöhnlich ſtark, wenn dieſer Theil der Röhre durch ein in kaltes Waſſer getauchtes Tuch

*) Man ſ. Higgins Experiments and Obſervations p. 313.

erkältet worden war. Um dieſe Erſcheinungen zu erklären, iſt es blos nöthig, ſich zu erinnern, daß durch das Herabſinken des Waſſers in der Röhre eine Art von leerem Raume zwiſchen ſeiner Oberfläche und dem Korkſtöpſel hervorgebracht worden iſt: das Waſſer kommt daher bey einem geringern Grade von Hitze ins Sieden, als es beym gewöhnlichen Drucke der Atmoſphäre gekommen ſeyn würde. Der Raum zwiſchen dem Kork und dem Waſſer iſt jedoch kein vollkommen leerer, ſondern wird noch entweder durch Waſſerdämpfe, oder durch eine kleine Menge Luft, oder durch beyde ausgefüllt. Hitze erhöht die Elaſticität ſowohl der Luft, als des Dampfs, und vermehrt auf dieſe Art den Druck auf die Oberfläche des Waſſers. Daher muß das Aufwallen deſſelben bey Annäherung eines rothglühenden Eiſens ſogleich aufhören. Kälte im Gegentheil vermindert die Elaſticität der Luft und verdichtet den Dampf. Da nun durch die Anbringung eines kalten Tuches der Druck auf die Oberfläche des Waſſers verringert wurde, ſo mußte ſich das Aufwallen des Waſſers weit heftiger wieder einſtellen. Die Temperatur des Waſſers war, als es zu ſieden aufhörte, hundert und dreyſig Grad *).

Ein Verſuch eines andern angeſehenen Naturforſchers gewährt vielleicht eine noch beſſere Erläuterung der ganzen eben vorgetragenen Theorie. Dieſer Gelehrte ſtellte eine Menge Vitrioläther unter die Glocke einer Luftpumpe, welche ſo eingerichtet war, daß er ein Thermometer, ohne äuſſere Luft unter die Glocke laſſen zu dürfen, nach Gefallen niederlaſſen konnte. Er fieng nicht eher mit dem Ausziehen der Luft an, als bis der Aether in ein heftiges Aufwallen gebracht worden war, und bemerkte zu ſeiner Verwunderung, daß die Temperatur dieſer Flüſſigkeit zu gleicher Zeit das Thermometer zum Sinken brachte. Als der Aether zuerſt unter die Glocke geſtellt wurde, betrug ſeine Temperatur ungefehr acht und funfzig Grad, allein er wurde, als er ins Sieden kam, ſo kalt, daß er jähling eine

*) Chemical eſſays Vol. III. p. 162.

Menge von dem ihn berührenden Waſſer zum Gefrieren brachte. Die Art und Weiſe, wie dieſe Erſcheinungen erklärt werden können, iſt folgende: — Sobald das Gewicht der Atmoſphäre weggenommen worden war, reichte die in dem Aether befindliche Hitze hin, um ihn zum Sieden zu bringen. Das Elementarfeuer, welches der Aether beym Kochen verlohr, wurde zur Bildung eines weit feinern Dampfes, als der Aether ſelbſt iſt, verwendet. Dieſes konnte, zu Folge der vorher feſt geſetzten Principien, ohne Verſchluckung einer beträchtlichen Menge Feuermaterie nicht erfolgen. Da nun aus dem Vorhergehenden erhellt, daß Waſſer und Weingeiſt im luftleeren Raume hundert und zwey und zwanzig Grad unter dem gewöhnlichen Siedepunkte kochen, ſo iſt es ſehr natürlich, daß Aether, welcher in der freyen Luft ungefehr bey der Wärme des menſchlichen Blutes ſiedet, im luftleeren Raume bey vier und zwanzig Grad unter dem Gefrierpunkte kochen müſſe, welcher Grad von Kälte vermögend iſt, Waſſer, das ſich mit dem Gefäße, worin der Aether enthalten war, in unmittelbarer Berührung befindet, zum Gefrieren zu bringen.

Da das Gewicht der Atmoſphäre zu verſchiedenen Zeiten um einige Grade verſchieden iſt, ſo iſt, vermöge dieſer Bemerkung, einleuchtend, daß der Siedepunkt der Flüſſigkeiten zu verſchiedenen Zeiten verſchieden ausfallen müſſe. Boerhaave nimmt an, daß zu Folge der mittelſt des Barometers bemerkbaren Veränderungen der Atmoſphäre die Hitze des ſiedenden Waſſers gelegentlich um acht bis neun Grade abweichen könne *). Wir finden dieſe Behauptung durch die genauen Verſuche eines de Luc und George Shuckburg beſtätiget, denen zu Folge der Siedepunkt zuweilen unter 205°, und zu einer andern Zeit wieder über 213 war. Man wird dieſes in folgender Tabelle, wo Cavallo das Reſultat jedes Verſuchs aufgezeichnet hat, beſſer zu überſehen im Stande ſeyn.

*) Man ſ. *Boerhaave* Chemie quoted by *Watſon* vol. III. p. 157.

Höhe des Barometers.	Höhe des ſiedenden Waſſer nach de Luc	Ge. Shuckburg.
26′	205°,17	204 ,91
26½	206,07	205,82
27	206,96	206,73
27½	207,84	207,63
28	208,69	208,25
28½	209,55	209,41
29	210,38	210,28
29½	210,02	211,15
30	212,00	212,00
30½	212, 9	212,85
31	213,57	213,69

Kochend heiſſes Waſſer kam in der gewöhnlichen Hitze der Atmoſphäre binnen ſechs Stunden auf dieſe Temperatur der freyen Luft zurück, oder kühlte ab.

Aus dieſer Theorie werden einige Erſcheinungen der Verdampfung, welche bisher noch nicht bemerkt worden ſind, auf eine befriedigende Weiſe erklärt. Erſtlich wenn ein einzelner Tropfen Waſſer bis zum Verdampfungspunkt erhitzt worden iſt, ſo wird er unmittelbar in Dampf verwandelt: wenn aber die Menge des Waſſers beträchtlicher iſt, ſo wird die Erſcheinung anders ausfallen. Denn wenn eine Menge Waſſer in ein ſehr erhitztes eiſernes Gefäß geſchüttet wird, ſo bewegt es ſich in dem Gefäße wie Queckſilber, ohne weder den Boden noch die Seitenwände zu berühren, ſchnell herum. Der Grund hiervon iſt, weil das Waſſer am Boden und an den Seiten in Dampf verwandelt wird, wodurch das Waſſer gehindert wird, mit dem Eiſen in unmittelbare Berührung zu kommen. Eben dieſes iſt auch der Grund, warum ein

roth-

roth glühendes Stück Eiſen, welches ins Waſſer geworfen wird, noch eine kurze Zeit hindurch fortfährt, rothglühend zu bleiben, weil das um das Eiſen herum befindliche Waſſer jähling in einen elaſtiſchen Dampf verwandelt worden, welcher die übrige tropfbare Flüſſigkeit abhält, das Eiſen zu berühren.

Zweytens war das Aufwallen und Ziſchen kochender Feuchtigkeiten unerklärt, bis Dr. Black's Theorie dieſen Punkt aufhellte. Bey der gewöhnlichen Art, Waſſer zu kochen, muß, wie von ſelbſt klar iſt, der Boden des Gefäßes eher, als die Oberfläche der Flüſſigkeit, die Temperatur des Verdampfungspunktes annehmen. Daher wird etwas Waſſer, welches den Boden des Gefäßes unmittelbar berührt, in Dampf verwandelt werden, welcher bey ſeinem gewaltſamen Durchgange durch das über ihn liegende Medium das heftige Aufwallen verurſacht, welches allezeit Statt hat, wenn irgend eine Flüſſigkeit bis zu ihrem Verdampfungspunkte erhitzt worden iſt. Das Ziſchen der Keſſel oder andrer Gefäße, welches vorher, ehe ſie bis zum Siedepunkte erhitzt werden, gehört wird, kann vielleicht durch dieſe Dampfblaſen erklärt werden, welche bey ihrem Aufſteigen dem kalten Waſſer begegnen, und, indem ſie ſich hier ihres Feuers entledigen, noch eher wieder verdichtet werden, als ſie zur Oberfläche gelangen. Dieſes verurſacht den eben erwähnten ſchwachen Schall ohne eine merkliche Bewegung der Flüſſigkeit oder einige Verdampfung.

Drittens wird der Grund, warum ſowohl heiſſes, als kaltes Waſſer unmittelbar die Flamme auslöſcht, aus dem, was im Vorhergehenden beygebracht worden iſt, leicht aufgefunden werden können. Wenn eine Menge Waſſer auf einen glühenden Körper geſchüttet wird, ſo wird es unmittelbar in Dampf verwandelt, und dieſer Proceß raubt dem glühenden oder brennenden Körper ſoviel von ſeinem Elementarfeuer, als der Dampf, um in dieſen Zuſtand

zu kommen, zu verſchlucken im Stande iſt. Wird daher Waſſer in hinlänglicher Menge an den brennenden Körper gebracht, ſo wird durch die entſtandene Verdampfung alles Feuer eingeſaugt, und der Körper wird gänzlich erkalten. Aus der nehmlichen Urſache wird Waſſer das Schmelzen der Metalle oder irgend einer andern Subſtanz verhindern, welche, um flüſſig zu werden, einen höhern Grad der Temperatur, als der Siedepunkt iſt, nöthig haben. Denn das Waſſer, welches ſich mit dem zu ſchmelzenden Körper in Berührung befindet, wird das Zunehmen ſeiner Temperatur verhüten, und alles überflüſſige Feuer, welches, wenn das Waſſer nicht zugegen wäre, denſelben überſden Siedepunkt erhitzen würde, wird durch die Verdampfung dieſer Flüſſigkeit fortgehen *).

*) Vielleicht wird es für den Leſer nicht unangenehm ſeyn, an dieſer Stelle eine Erklärung von dem gemeinen Paradoxon zu leſen, nach welchem der Boden eines Gefäßes, worin Waſſer kocht, kalt iſt, aber dann erſt, wenn das Kochen aufhört, heiſſer zu werden anfängt. Dieſes Paradoxon ſcheint im Ganzen auf einem Irrthum unſrer Sinne zu beruhen. Wenn jemand ſeinen Finger an das Gefäß hält, ſo wird derſelbe, ungeachtet er eine beträchtliche Zeit hindurch dran gehalten wird, dennoch nicht wärmer werden, als er es ertragen kann. Denn das Blut verliehrt, bevor es zu den äuſſern Theilen gelangt, während ſeines Umtriebs etwas von ſeiner Wärme; wir aber fühlen nicht eher, als bis es in den äuſſern Theilen bis zu dem nehmlichen Grade erhitzt worden iſt, den es im Herzen beſitzt, eine Unannehmlichkeit vom Brennen. Sobald aber das Blut an beyden Stellen den nehmlichen Hitzgrad angenommen hat, wird der geringſte Grad von Wärme ſchmerzhaft. Wenn der Finger zuerſt an den Boden des Gefäßes, nachdem es vom Feuer genommen worden iſt, gehalten wird, ſo kann die Hitze aus dem nehmlichen Grunde ertragen werden. Wenn das Kochen aufgehört hat, und man den nehmlichen Finger an den Boden hält, ſo werden wir nun, da der Finger ſchon zuvor erhitzt worden war, die Hitze des Bodens vom Gefäße ſehr beſchwerlich und ſchmerzhaft finden.

Der allgemeine Proceß, welchen nicht ſehr entzünd- liche Körper erfahren, wenn ſie der Wirkung des Feuers ausgeſetzt werden, iſt, daß ſie erſtlich in einen flüſſigen, und nachher in einen Dampf-Zuſtand gebracht werden. Es giebt indeſſen einige Körper, welche in Dampf verwandelt werden, ohne zuvor die geringſte flüſſige Form anzunehmen, zum Beyſpiel der Kampfer, Salmiack, Arſenick und ſo weiter. Wenn dieſe dem Feuer ausgeſetzt werden, ſo verdampfen ſie, ohne geſchmolzen worden zu ſeyn; und dieſer Dampf wird nach ſeiner Verdichtung wieder eine feſte Maſſe. Von dieſen Subſtanzen kann man daher behaupten, daß ihr Verdampfungspunkt eher, als der Punkt ihrer Flüſſigkeit komme. Der Grund von dieſer Erſcheinung ſcheint dieſer zu ſeyn, weil die Theilchen dieſer Subſtanzen eine ſtärkere Anziehung gegen die Materie des Feuers, als unter ſich haben. In der That finden wir, daß dieſe Körper, wenn ſie in verſchloſſene Gefäße gethan und dadurch genöthiget werden, einen größern Grad von Hitze, als in freyer atmoſphäriſcher Luft auszuſtehen, allerdings in einen flüſſigen Zuſtand verſetzt werden können. Kampfer wenigſtens iſt auf dieſe Art flüſſig gemacht worden, und es iſt kein Grund vorhanden warum Salmiack und alle flüchtige Laugenſalze nicht ebenfalls in den nehmlichen flüſſigen Zuſtand gebracht werden ſollten. Allein wegen der großen Elaſticität des Dampfes iſt der Verſuch aus Furcht, daß die Gefäße zerſpringen möchten, nicht zu Stande gebracht worden.

Es giebt einige Körper, welche bis jetzt noch nie in einer Dampfgeſtalt haben dargeſtellt werden können. Diejenigen erdigen Subſtanzen, welche zum Fluſſe gebracht worden ſind, ſind noch durch keinen Grad von Hitze jemals verflüchtiget worden, und es ſind Erden bekannt, welche ſogar nicht einmal zum Fluſſe zu bringen geweſen ſind. Einige Metalle, beſonders Gold und Silber, hielt man ehedem für abſolut feuerbeſtändig. Boyle ſetzte eine kleine

Menge von jedem zwey Monat lang der Hitze eines Glasofens aus, und nach Verlauf dieſer Zeit fand er ſie unverändert. Seitdem hat man indeſſen dieſe Metalle doch durch die ſtärkere Hitze eines Brennglaſes dahin gebracht, daß ſie ſehr merkliche Dämpfe von ſich geben. Und da der Demant ſogar der Verdampfung unterworfen iſt, ſo iſt es nicht unwahrſcheinlich, daß bey einer hinlänglichen Stärke der Hitze jede andre mineraliſche Subſtanz zum Fluſſe und zur Verdampfung gebracht werden könne.

Der Dampf von Waſſer und den mehreſten andern Flüſſigkeiten, welche, um in einen flüchtigen Zuſtand verſetzt zu werden, einen Hitzgrad erfordern, der die Wärme der Atmoſphäre überſteigt, kann leicht von ſeinem überflüſſigen Feuer befreyet werden, und ſeine Theilchen, welche nicht länger durch eine ſtärkere Kraft von einander entfernt gehalten werden, folgen dem gewöhnlichen Impuls der anziehenden Kraft und werden zu einer gemeinen (tropfbaren) Flüſſigkeit verdichtet. Es giebt jedoch permanent elaſtiſche Flüſſigkeiten, welche durch die gewöhnliche Wärme unſrer Erde in ihrem elaſtiſchen Zuſtande erhalten werden. Wir können analogiſch ſchließen, daß dieſe aus Theilchen beſtehen müſſen, welche eine ſchwache Anziehung gegen einander äuſſern, und daher durch eine mäſige Menge zwiſchen dieſen Theilen befindlicher Feuermaterie in dieſem lokkern und flüchtigen Zuſtande erhalten werden. Von dieſer Art iſt die Luft, welche wir athmen, und einige andre Flüſſigkeiten, von welchen ich gegenwärtig Gelegenheit zu handeln haben werde *).

Es würde unſchicklich ſeyn, dieſen Gegenſtand zu verlaſſen, ohne einige Bemerkungen über diejenige Art der Verdampfung hinzu zu fügen, welche die von freyen Stükken erfolgende genennt wird, ob ich gleich fürchte, daß ſie

*) Da die gewöhnliche Wärme der Atmoſphäre hinreichend iſt, Waſſer und einige andre Subſtanzen flüſſig zu erhalten, ſo dient ſie auch, dieſe Körper in einem flüchtigen Zuſtand zu erhalten.

weſentlich nicht von derjenigen Art, wovon zeithero gehandelt werden iſt, verſchieden ſeyn möge. Es iſt einleuchtend, daß eine Menge von Feuchtigkeit beſtändig und unmerklich von jedem Körper, der einige Feuchtigkeit enthält, ausgedampft werde. Wenn ein Glas mit kaltem Waſſer, oder irgend ein andrer kalter Körper, zum Beyſpiel, glatter Marmor, in eine Stube, worin mehrere Perſonen befindlich geweſen ſind, geſtellt wird, ſo wird ſeine äuſſere Fläche mit einer Art von Thau bedeckt werden. Die Wände von Kirchen und andern Gebäuden, welche nicht beſtändig geheitzt werden, ſind auf die nehmliche Weiſe mit Feuchtigkeit bedeckt, und dieſe Feuchtigkeit wird in beyden Fällen durch den kalten Körper (ein Glas Waſſer, Marmor oder die Wand) hervor gebracht, welcher den Dampf, womit die Luft durch das Odemhohlen und die Ausdünſtung der Geſellſchaft angefüllt worden iſt, verdichtet. Dieſem iſt der Thau an der innern Seite der Glasfenſter ähnlich, welcher bey kalter Witterung oft gefroren iſt, und die Geſtalt von Blättern, Blumen und den ſchönſten Mooſen annimmt.

Waſſer kann in offenen Gefäßen, ohne eine Verminderung ſeiner Menge, nicht der freyen Luft ausgeſetzt werden, und nach Verlauf einiger Zeit wird das Ganze verdampft ſeyn. Der auf dieſe Weiſe gebildete Dampf iſt indeſſen nicht hinlänglich elaſtiſch, um irgend eine der gewöhnlichen Wirkungen des Dampfes hervor zu bringen. Denn Waſſer wird in zugeſtöpſelten Flaſchen bleiben, ohne die Stöpſel heraus zu ſtoßen: der über der Oberfläche des Waſſers ſteigende Dampf verhindert, daß kein neuer aufſteigen kann. Ja die bloſe Kraft der Schwere wird im Allgemeinen hinreichend ſeyn, der Kraft dieſer von freyen Stücken erfolgenden Verdampfung entgegen zu wirken, wofern der Wind nicht die verdampfte Waſſermenge, welche ſonſt über der Oberfläche des Waſſers ſtehen geblieben ſeyn würde, wegführt. Dieſer Dampf kommt, wie zu bemerken iſt, allezeit von der Oberfläche der Körper her; und je

größer dieſe iſt, um deſto häufiger iſt die Verdampfung. Man hat daher bemerkt, daß der Dampf häufiger von einer mit Gras bewachſenen Fläche, von den Poren eines Schwamms, oder von lockerer Erde, als von einer einzigen Oberfläche aufſteigt: auch iſt er mehr oder minder ſtark, je nachdem die Temperatur der Atmoſphäre heiſſer oder kälter iſt.

Die Menge von Dünſten, welche auf dieſe Art von der Erde aufſteigen, iſt durch einen zwar einfachen, aber dem Anſcheine nach genauen Verſuch von dem Biſchoff zu Landaff geſchätzt worden. Er ſtellte ein Trinkglas, woran die Oeffnung eine Fläche von zwanzig Quadratzollen groß war, mit dieſer Mündung auf einen Grasplatz, der friſch abgemähet werden war. Die Sonne ſchien hell und heiß, und es hatte einen Monat rückwärts nicht geregnet. Wenn das Glas eine Viertelſtunde lang auf dem Grasplatze geſtanden hatte, ſo wiſchte er ſeine innere Fläche mit einem Stückchen Muſſelin rein, deſſen Gewicht vorher beſtimmt worden war: ſobald als das Glas damit trocken gewiſcht worden war, wurde der Muſſelin von neuem gewogen. Das Mittel von der Gewichtszunahme in verſchiedenen, zwiſchen zwölf und drey Uhr angeſtellten Verſuchen war ſechs Gran in einer Viertelſtunde von zwanzig Quadratzollen Erde.

Nach dieſem Verhältniſſe der Verdampfung iſt es leicht zu finden, daß, wenn man ſieben tauſend Gran Troygewicht auf eine Pinte, und acht Pinten auf eine Gallon rechnet, nicht unter ein tauſend ſechshundert Gallonen Waſſer von einem Morgen Landes oder von vierzehn tauſend fünf hundert und zwanzig Quadratfußen aufſteigen werden. Es kann recht gut angenommen werden, daß die Menge noch weit größer ausfallen werde, wenn der Boden vom Regen feucht gemacht worden iſt. Um dieſes zu beweiſen, ſtellte dieſer nehmliche ſcharfſinnige Naturforſcher zwey andre Verſuche an; einen derſelben den Tag,

nachdem der Boden durch einen Gewitterregen durchnäſſt worden war, und um die Umſtände noch genauer zu beſtimmen, nahm er die Wärme der Erde durch ein ins Gras gelegtes Thermometer. Dieſes zeigte bey dem erſten Verſuche ſechs und neunzig Grad; und die Verdampfung betrug ein tauſend neun hundert und drey und ſiebzig Gallonen auf einen Morgen Landes in zwölf Stunden. Der andre Verſuch wurde angeſtellt, als es ſeit einer Woche nicht geregnet hatte, und die Temperatur der Erde hundert und zehn Grade betrug. Dieſer Verſuch gab die verdampfte Waſſermenge zu zweytauſend achthundert Gallonen von einem Morgen Landes in zwölf Stunden an. Die Erde war wärmer, als die atmoſphäriſche Luft, indem die Sonnenſtrahlen auf ſie von einer backſteinernen Wand zurück geworfen wurden *).

Der Dampf, welcher auf dieſe Weiſe von der Erde aufſteigt, bildet jene Nebel, welche in ſumpfigen Gegenden ſo gewöhnlich bemerkt werden. Wenn ein Loch ins Eis gehauen wird, ſo können wir einen Nebel aus demſelben aufſteigen ſehen. Das Waſſer, welches wärmer als die atmoſphäriſche Luft iſt, giebt einen Dunſt von ſich, welchen die Kälte verdichtet und ſichtbar macht. Der nehmliche Dampf iſt es, welcher, wenn er durch die Kälte der Nacht verdichtet worden iſt, als Thau gleich kleinen Perlen auf den Blättern der Pflanzen zum Vorſchein kommt **). Wenn die Witterung äuſſerſt kalt geweſen iſt, und nun jählings Thauwetter einfällt, ſo werden die Wände der Häuſer überall mit dieſem Thau überzogen. Denn die Thauwinde, welche aus einem heiſſern Theile der Welt kommen, bringen eine Menge Dämpfe mit ſich, welcher

*) Man ſ. *Watſon's* chemic. eſſays vol. III. eſſ. 2.

**) Dieſer ſchöne Anblick iſt den Dichtern nicht entgangen. Die hebräiſchen Dichter insbeſondre haben von den Schönheiten der Natur den beſten Gebrauch gemacht. Folgendes iſt

durch die kältern Subſtanzen, wenn er in ein mehr nörd-lich es Klima gekommen iſt, verdichtet wird.

Man hat mannigfaltige Theorien zur Erklärung des Aufſteigens der Dämpfe erſonnen. Eine der wahrſcheinlichſten iſt die, welche dieſes Aufſteigen der Anziehung der Luft zuſchreibt. Allein dieſe Theorie wird großentheils durch die Betrachtung, daß Dämpfe auch im luftleeren Raum aufſteigen, über den Haufen geworfen. Man hat auch ſeine Zuflucht zu dem elektriſchen Feuer genommen, um dieſe Erſcheinung zu erklären. Wenn aber daſſelbe nichts anders als das gewöhnliche Feuer, oder eine beſondere Abänderung deſſelben iſt, ſo haben wir keinen Grund zu glauben, daß die von freyen Stücken erfolgende Verdampfung von irgend einer andern Urſache herrühre, als derjenigen, welche von der Bildung des gemeinen Dampfes aus kochendem Waſſer ſchon angegeben worden iſt.

Die Sache ſcheint dieſe zu ſeyn: zwiſchen den Theilen des Feuers und des Waſſers findet eine ſolche Anziehung Statt, daß, wenn ein Theil des letztern einem Theile des erſtern begegnet, beyde ſich unmittelbar mit einander vereinigen. Wenn daher Waſſer über die Temperatur der Atmoſphäre erhitzt iſt, ſo giebt es eine Menge ſeines überflüſſigen Feuers an die letztere ab, um das Gleichgewicht

Buchanan's Umſchreibung von einem Theile des hundert und drey und dreyßigſten Pſalms:

Ut aura ſuavis balſami, quum funditur
　Aaronis in ſacrum caput,
Et imbre læto proluens barbam & ſinus
　Limbum pererrat aureum:
Ut *ros*, tenella *gemmulis argenteis*
　Pingens Sionis gramina;
Aut verna dulci inebrians uligine
　Hermonis intonſi iuga.

herzuſtellen, und dieſes Feuer nimmt allezeit eine gewiſſe Menge von dem flüſſigen Medium in Geſtalt eines Dampfes mit ſich fort. Wenn dieſe Dämpfe zuerſt aufſteigen, ſo befinden ſie ſich in einem unſichtbaren Zuſtande; ſie müſſen ſchon in einem ſolchen Grade verdichtet ſeyn, daß ſie die Sonnenſtrahlen zurückwerfen können, wenn ſie ſichtbar werden ſollen. Dieſes ereignet ſich häufig, wenn ſie die höhern nud kältern Gegenden der Atmoſphäre erreichen, oder wenn ſie auf ihrem Wege dahin mit kalten Winden in Berührung kommen. Sie erſcheinen uns alsdenn in der Geſtalt der Wolken. Ein noch ſtärkerer Grad von Verdichtung macht ſie zu ſchwer, als daß ſie von der Atmoſphäre getragen werden könnten, und ſie fallen, nach Verhältniß der Umſtände, als Regen, Schnee, oder Hagel nieder.

Mit dieſer Theorie ſtimmt die gemeine Beobachtung überein, daß bey ſehr kalter Witterung der Dampf meiſtens ſogleich nach ſeiner Entſtehung ſichtbar wird. Auf dieſe Weiſe wird beym Froſte der Odem, welcher nichts anders, als Dampf aus der Lungen iſt, allezeit ſichtbar. Maupertuis ſah in Lappland den warmen Dampf einer Stube ſogleich in Schnee verwandelt, ſobald man der äuſſern Luft die Thüre öffnete; und als in Petersburg, wo man einſt in einer ſehr zahlreichen Geſellſchaft ſehr von der Enge und Verſchloſſenheit des Zimmers litt, Jemand aus der Geſellſchaft zur Erleichterung ein Fenſter zerbrach, ſo bemerkte man von der kalten eindringenden Luft ein merkliches Schneegeſtöber im Zimmer *).

Ferner ſtimmt es mit den nehmlichen Grundſätzen, daß die Luft eine Flüſſigkeit iſt, welche eine ſtärkere Anziehung gegen die Feuermaterie, als Waſſer, beſitzt, daß aber die Zwiſchenräume der Luft mittelſt der unmerklichen Ausdünſtung mit einer Menge Dampf, wenn ich

*) Man ſ. Edinburg. Philoſ Transact. Vol. I. p 48. „Gleich den gefrornen Worten in kalter Luft.“ Hudibras.

mich ſo ausdrücken darf, angefüllt ſind, der wegen ſeiner auſſerordentlichen Lockerheit und gleichförmigen Verbreitung uns unſichtbar iſt. Wenn indeſſen ein Strom kalter Luft aus irgend einer andern Gegend ankommt, ſo wird der Wärmeſtoff, welcher mit dem Waſſer unter der Geſtalt von Dampf vereiniget war, zur Herſtellung des Gleichgewichts in die kalte Luft übergehen, und der Dampf wird verdichtet werden. Dieſe Verdichtung wird bisweilen blos hinreichend ſeyn, die Erſcheinung von Wolken hervor zu bringen; allein bisweilen wird ſie auch Regen hervor zu bringen vermögen, der, im Verhältniß mit der größern oder geringern, in der Atmoſphäre befindlichen Menge von Feuchtigkeit und mit dem Grade der Kälte in dem verdichtenden Medium, in größerer oder geringerer Menge fallen wird.

Sechstes Kapitel.

Vom Glühen und Verbrennen.

Was Glühen ſey? — wie es hervorgebracht werde? — Brennen des Phoſphors. — Entzündliche Luft. — Küchenfeuer. — Lampen u. ſ. w. — Warum die Flamme aufwärts ſteigt. — Theorie der Argandſchen Lampe. — Die beſte Form von Roſten, Oefen u. ſ. w. — Verbrennung, durch einige Subſtanzen ohne Zutritt der atmoſphäriſchen Luft hervorgebracht. — Schießpulver u. ſ. w. — Eiſen zum Brennen, wie ein Licht, zu bringen. — Von freyen Stücken entſtehendes Glühen. — Sonderbare Thatſachen. — Menge von Hitze, welche beym Schmelzen verſchiedener Körper hervorgebracht wird. — Skale der Hitze. —

Glühen iſt derjenige Zuſtand der Körper, in welchem die Feuermaterie oder das Caloric thätig, und durch die Verbreitung von Licht dem Geſicht empfindbar gemacht wird: oder mit andern Worten, wenn ſowohl Hitze, als Licht von einem Körper ſich aus einem Körper auf einmal entbinden, ſo ſagt man, daß dieſer Körper glühe. In dem Glühen iſt nicht zugleich das Verbrennen enthalten, indem der letztere Zuſtand eine Veränderung oder Trennung des Gewebes in dem entzündlichen Körper anzeigt; da hingegen einige Metalle und viele Erdarten ſich, ohne verzehrt zu werden, glühen laſſen. Allein von dieſem Zuſtande werde ich weitläuftiger handeln müſſen, wenn ich

von entzündlichen Körpern ſprechen werde. In allen Fällen der Glühung oder Entzündung entbindet ſich die Feuermaterie aus einem Körper, in welchem ſie vorher gebunden (latent) war.

Die Subſtanz, mit welcher das Feuer am häufigſten vereinigt iſt, und von welcher es ſich am leichteſten trennt, iſt die Luft. Findet ſich daher eine Subſtanz in der Natur, welche eine gröſſere Anziehungskraft zu der Grundlage der Luft beſitzt, als dieſe zu der Feuermaterie äuſſert, ſo entbindet die Vereinigung dieſer zwey Subſtanzen eine Menge Feuer, welche in einem gebundenen Zuſtande da war, und es entſteht Glühung und Verbrennung. Von dieſer Beſchaffenheit iſt der Phoſphorus, und jene ſehr gemeine, oder faſt allgemeine Subſtanz, welche man Waſſerſtoff oder entzündliche Luft nennt. Wenn alſo eine Menge Phoſphorus der atmoſphäriſchen Luft ausgeſetzt wird, ſo verſchluckt ſie beträchtlich viel von dem reinen Theile dieſer Luft und wird durch dieſe Vereinigung in Phoſphorſäure verwandelt. Mitlerweile trennt ſich das Feuer von der Luft, und im Fall die Luft die gehörige Proportion Wärme beſitzt, ſo entſteht auf der Oberfläche des Phoſphorus Glühung oder Entzündung.

Entzündliche Luft oder Körper, welche dieſen Grundſtoff enthalten, beſitzen entweder eine ſchwächere Anziehung zur Luft, als der Phoſphorus, oder die Grundtheilchen dieſer Subſtanzen ziehen einander ſtärker an, als die Grundtheile des Phoſphors. Es iſt daher nöthig, daß man ſie der Luft in einem verdünnten Zuſtande darbiethe; und es wird ein Grad von innerlicher Bewegung, ja ſelbſt eine dritte anziehende Kraft erfordert, wenn man die Vereinigung beyder Subſtanzen bewirken und das Feuer aus ihnen entbinden will So zum Beyſpiel, wenn man reine Luft mit einer gewiſſen Menge entzündlicher Luft vermiſcht hat, ſo muß man, um ihre Entzündung zu bewirken, den elektriſchen Funken, oder eine kleine Quantität Feuer unter irgend einer Form mit ihnen in Verbindung

bringen. In dieſem Fall findet eine doppelte Anziehung Statt. Die reine und entzündliche Luft vereinigen ſich mit einander, oder verdichten ſich in eine Flüſſigkeit, und die hinzu gebrachte Feuermaterie führt das Feuer mit ſich fort, welches aus den beyden Luftarten entbunden wird. Auf dieſe Weiſe erfolgt eine vollſtändige Glühung.

Wenn man bey dem gewöhnlichen Proceß des Verbrennens eine gewiſſe Menge inflammabler oder entzündlicher Subſtanzen zuſammen häuft, und Feuer unter ſie bringt, ſo wird durch die Wirkung des Feuers der entzündliche Theil zuerſt aus ſeinem feſten Zuſtande in den Zuſtand entzündlicher Dämpfe oder Luft ausgedehnt; auf dieſe Weiſe kommt er nothwendig mit der reinen Luft der Atmoſphäre in Berührung, und indem die Wirkung des Feuers immer noch fortdauert, ſo entbindet ſich die Feuermaterie aus der Luft, und es erfolgt Verbrennung auf die nehmliche Art, wie in dem vorigen Falle, wo man die reine und entzündliche Luft mittelſt des elektriſchen Funkens anzündet.

Folglich kann keine Verbrennung Statt finden, wenn die reine Luft gänzlich mangelt; und aus dieſer Betrachtung laſſen ſich die meiſten Erſcheinungen bey der Verbrennung erklären. Wenn bey einem gemeinen Kohlenfeuer die Kohlen zuſammenbacken, oder auf ſo eine Weiſe zuſammenhängen, daß der entzündliche Theil mit der äuſſern Luft nicht in Berührung kommen kann, ſo muß das Feuer nothwendig auslöſchen. Die Flamme iſt glühender Dampf; da aber nur derjenige Theil, welcher mit der Luft in Berührung kommt, zum Glühen gebracht werden kann, ſo nimmt die Menge des entzündlichen Dampfes, welche nicht verzehrt wird, die Geſtalt von Rauch und Ruß an, und legt ſich an die Seiten oder den oberſten Theil des Ortes oder des Gefäßes an, worin das Feuer enthalten iſt.

Die Flamme einer gemeinen Lampe kann wie eine Feuerröhre angeſehen werden, in deren Höhlung der ent-

zündliche Dampf eingeſchloſſen iſt. Sie nimmt wegen der allmähligen Verzehrung des Dampfes, welcher, ſo wie er höher ſteigt, an Menge immer mehr abnimmt, und folglich ſich in ſeinen Dimenſionen zuſammen zieht, eine kegelförmige Geſtalt an. Indeſſen entwiſcht doch eine beträchtliche Menge von dem Dampfe unter der Geſtalt von Rauch, wie jedem Beobachter bemerkbar ſeyn muß, und auf eine unleugbare Weiſe dadurch beſtätiget werden kann, wenn man ein weiſſes Papier oder irgend eine andre Bedeckung über die Flamme hält In dieſem Falle wird eine Menge Ruß augenblicklich geſammelt werden können.

Wenn man dieſe Grundſätze deutlich einſieht, ſo wird es nicht länger wunderbar ſcheinen, daß jede Flamme natürlich aufwärts ſteigt. Dampf iſt beträchtlich leichter, als Luft, und eine Flamme iſt nichts weiter, als glühender Dampf. Folglich muß man, wenn man eine gemeine Lampe oder ein Licht an einer glühenden Stange von Eiſen oder an einem andern brennenden Körper anzünden will, den Docht des Lichtes an die untere Oberfläche des glühenden Körpers bringen, aber nicht über denſelben halten, weil alsdann der Dampf, welchen die Hitze aus dem Lichte herauszieht, mit dem brennenden Körper in Berührung kommt und ſo die Anzündung Statt findet. Es kann zwar mit unter geſchehen, daß die Lampe oder das Licht anbrennt, wenn man es auch über der glühenden Stange hält, allein in dieſem Falle tropft, wie man leicht gewahr wird immer erſt eine Menge Oel oder Unſchlitt auf den brennenden Körper und wird alsdann in Dampf und Flamme verwandelt, ſo daß zu der Zeit, da die Entzündung Statt findet, der Docht in der That mit Flamme oben ſo gut, als unten, umgeben iſt.

Um dem unermeßlichen Verbrauch des Oels abzuhelfen, welches bey der gewöhnlichen Beſchaffenheit der Lampen, als Rauch und Ruß unverzehrt verlohren gieng, erfand Argand ſeine ſo ſcharfſinnig ausgedachte Lampe. Ich erinnere mich, daß ich einige Jahre vor

Argands Erfindung meine Aufmerkſamkeit darauf richtete, eine lebhafte Flamme, ohne zu großen Oelverbrauch und ohne Rauch zu bewerkſtelligen. Ich bemerkte, daß die Flamme überhaupt deſto heller war, je feiner der Lampendocht ausfiel, und daß aus dieſem Grunde in dergleichen Fällen eine größere Oberfläche als gewöhnlich, im Verhältniß mit der Menge des Dampfes, der Luft ausgeſetzt war. Mein Plan war daher, eine Lampe mit einer Menge ſehr feiner Dochte machen zu laſſen, zwiſchen deren jedem eine Oeffnung oder gleichſam eine Eſſe angebracht werden ſollte, wodurch ich einen Luftſtrohm hinzu zu führen, und die Flamme eines jeden Dochtes abgeſondert zu erhalten ſuchte. Ich geſtehe, daß dieſer Gedanke durch Argand's Erfindung ſehr verbeſſert worden ſey. Mittelſt eines dünnen zirkelförmigen Dochtes, durch deſſen Mitte ein Luftſtrohm in einer Röhre durchgeleitet wird, bewirkt er eine ſehr dünne Flamme und ſetzt folglich ein beträchtlich große Oberfläche der Oeldämpfe der Berührung der Luft aus. Da jedoch eine ſtarke Anziehung zwiſchen den Feuertheilchen Statt findet, ſo wäre zu befürchten, daß ſich die Flamme von allen Seiten der Lampe her in einer gewiſſen Höhe über der Röhre vereinigen und auf dieſe Weiſe eine kegelförmige Geſtalt, wie bey einem gewöhnlichen Lichte, annehmen möchte, wenn nicht dieſe Wirkung durch eine gläſerne Röhre verhindert würde, mit welcher Argand die Flamme umgiebt. Wird nehmlich dieſe gläſerne Röhre erwärmt, ſo wirkt ſie der Anziehung entgegen, welche ſonſt die verſchiedenen Seiten der kreisförmigen Flamme auf einander äuſſern würden; eine Gegenwirkung, wodurch die Ströhmung der Luft frey und ununterbrochen erhalten wird.

Dieſelben Grundſätze paſſen auf die Art und Weiſe des gemeinen Küchenfeuers. Die Hauptſache kommt hier darauf an, daß man eine ſo große Oberfläche des Brennmaterials der Luft ausſetzt, oder vielmehr, wenn es ſeyn kann, einen ſtarken und ausgebreiteten Luftſtrohm durch

das Feuer hindurch leitet. Auf dieſem Grundſatze beruht die Bauart des Windofens. Es iſt bekannt, daß dieſe Oefen eine Oeffnung oder ein Aſchenloch unter dem Feuer und eine lange Zugröhre oder Eſſe darüber haben, und daß man die Thüre, wodurch das Brennmaterial hinein geſteckt wird, verſchloſſen hält, wenn man ſie nicht gelegentlich öffnet, um die Hitze zu vermindern. Mittelſt der langen Zugröhre wird nur die Luft oben verdünnt und leichter und folglich dringt die Luft unten durch das Aſchenloch ein; und wenn der Boden des Roſtes rein gehalten wird, ſo iſt ein ſtarker Luftſtrohm gerade durch das Feuer im Umlauf und unterhält das Feuer in einem fort.

Auf ähnlichen Grundſätzen beruht der Mechaniſmus der Regiſteröfen. In dieſen iſt die Zugröhre oder Eſſe ganz nahe beym Roſte angebracht, folglich dringt die Luft unter dem Roſte durch das Brennmaterial hindurch; und indem man den Zug erweitert oder verengt, wird der Luftſtrohm vermehrt oder vermindert. So lehrt auch die Erfahrung, daß die Bade- und Pantheon-Oefen im Verhältniß der Menge des Brennmaterials eine größere Hitze hervorbringen, als gewöhnliche Camine, weil ſie meiſtens hoch ſtehen und das Aſchenloch oder die untere Oeffnung von drey Seiten verſchloſſen iſt, folglich ein beträchtlicher Theil Luft, welcher in die Oeffnung dringt, aufwärts durch das Feuer hindurch ſtröhmen muß. Auf gleiche Weiſe läßt ſich die Wirkung eines gemeinen Blaſebalgs hinreichend erklären, welche eine Menge reiner Luft mit der in den Kohlen enthaltenen entzündlichen Materie in Vereinigung bringt.

Die entzündliche und reine Luft, welche der Proceß der Verbrennung ſcheinbar verzehrt, werden in der That durch ihre Vereinigung in Waſſer verwandelt, wovon man ſich überzeugen kann, wenn man den Deckel einer Deſtillirblaſe oder irgend einen guten Recipienten oben an Argand's Lampe anbringt. Man wird darin eine Menge Waſſer, aber keinen Ruß finden.

Inzwi-

Inzwiſchen giebt es gewiſſe Subſtanzen, zum Beyſpiel Schießpulver und dergleichen mehr, welche brennen, obgleich unſre atmoſphäriſche Luft von ihnen ausgeſchloſſen iſt, als in dem Recipienten einer Luftpumpe, woraus man die Luft, ſo viel möglich, ausgepumpt hat. Um dies zu erklären, muß ich voraus ſchicken, daß Salpeter, oder einige von den Beſtandtheilen ſolcher Zuſammenſetzungen eine große Menge von der Grundlage der reinen Luft enthalten; und man muß ſich erinnern, daß die Luft aus einer gewiſſen Materie oder Baſis beſteht, welche durch eine Vereinigung mit der Materie oder dem Element des Feuers ausgedehnt wird, welche aber auch in einem mehr verdichteten Zuſtande vorhanden ſeyn kann. Man erinnere ſich ferner, daß, ungeachtet Luft, welches ein zuſammengeſetzter Körper iſt, durch Glas nicht hindurch dringen wird, dennoch das Element des Feuers oder die Hitze durch Glas, oder jeden andern Körper, mit dem wir bekannt ſind, dringen werde. Einer von den Beſtandtheilen der Luft iſt daher in dem Salpeter oder Schießpulver enthalten, und der andre, das Feuer oder die Hitze, kann von einem luftleeren Raume nicht ausgeſchloſſen werden. Wenn alſo die Materie oder der Elementartheil der Luft aus dem Salpeter durch die Anziehung entbunden worden iſt, ſo trifft er unmittelbar mit der Wärme oder der Feuermaterie zuſammen und wird in die Luftform verkörpert. Auf dieſe Weiſe wird die zur Verbrennung nöthige Luft wirklich herbey geſchafft, obgleich der Zutritt der atmoſphäriſchen Luft völlig gehindert wird *).

*) Schiespulver iſt eine Miſchung, welche in hundert Theilen ungefehr fünf und ſiebzig Theile Salpeter, neun und einen halben Theil Schwefel und fünfzehn und einen halben Theil Kohle enthält. Die Wirkungen des Schiespulvers beruhen auf der plötzlichen Erzeugung einer Menge Luft, welche von der Zerſetzung des Salpeters herzuleiten iſt. Salpeter beſteht aus einem feuerbeſtändigen Laugenſalze und aus Salpeterſäure, welche wiederum aus den Grundlagen des Stickſtoffs und des

Nach den verſchiedenen Eigenſchaften der Körper können dieſe mit größerer oder geringerer Leichtigkeit zum Glühen gebracht werden. Das Eiſen läßt ſich ſehr ſchwer glühend machen, hingegen nicht nur der Kunkelſche Phoſ-

Sauerſtoffs zuſammengeſetzt iſt. Der Beſtandtheil, welcher zuerſt Feuer fängt, iſt der Schwefel, welcher hierauf die Kohle entzündet. Der Salpeter iſt unter allen Theilchen der verbrennlichen Materie gleichförmig zerſtreut, und da ſeine Menge bey weitem die größte iſt, ſo findet ſich jedes Schwefel- und Kohlentheilchen mit Salpeter umgeben. Wenn alſo die Verbrennung in der Maſſe einmal erregt worden iſt, ſo unterhält ſie der Sauerſtoff, den der Salpeter hergiebt, mit groſſer Schnelligkeit. Indem der Sauerſtoff von dem Stickſtoff getrennt wird, ſo verurſacht er, daß der letztere eine luftförmige Geſtalt annimmt; und indem der Stickſtoff von der Kohle angezogen wird, ſo bildet ſich daraus fixe Luft. Da nun der Schwefel gleichfalls etwas Sauerſtoff anzieht, jedoch nicht in hinlänglicher Menge, um eine flüſſige Geſtalt anzunehmen, ſo verwandelt er ſich zum Theil in flüchtige Vitriolſäure, deren Geruch ſehr leicht bemerkt werden kann. Folglich verwandelt ſich das Schiespulver in einem Augenblick in drey Luftarten, welche den Raum der feſten Materie einnehmen. Was nach der Verbrennung zurück bleibt, iſt eine Schwefelleber, welche durch die Vereinigung von etwas Schwefel mit dem feuerbeſtändigen Laugenſalze des Salpeters erzeugt wird.

Inzwiſchen ſind die Wirkungen dieſer Miſchung von Salpeter, Schwefel und Kohle von wenigem Belange, wenn man ſie mit den Wirkungen einer andern Zubereitung, des ſogenannten Knallpulvers, vergleicht. Man bereitet dieſes Pulver, indem man in einem heiſſen marmornem Mörſer mit einer hölzernen Keule drey Unzen Salpeter, zwey Unzen ſehr trocknes feuerbeſtändiges Pflanzenlaugenſalz und eine Unze Schwefelblumen ſo lange reibt, bis das Ganze ſehr genau unter einander gemiſcht iſt. Wenn ein Quentchen dieſes Pulvers in einem eiſernen Löffel einer mäßigen Wärme ausgeſetzt wird, ſo ſchmelzt es und verpufft bald darauf eben ſo laut, als ein Schiesgewehr.

„Dieſe Erſcheinung, welche um ſo mehr Erſtaunen erregt, weil ih-
„re Wirkung, ohne daß man das Pulver in ein Inſtrument ein-

phorus, ſondern auch die Luftzünder, welche aus drey Theilen Mehl, oder irgend einer andern verkohlbaren Pflanzenſubſtanz und einem Theile Alaun zubereitet werden, gerathen unmittelbar ins Glühen, wenn man ſie der

„ſchließt, wie beym Schiespulver geſchieht, Statt findet, läßt „ſich aus folgenden Beobachtungen erklären: erſtlich gelingt ſie „nicht anders, als wenn man die Miſchung nach und nach erhitzt, ſo daß ſie zum Schmelzen kommen kann; zweytens, „wenn man Knallpulver auf glühende Kohlen wirft, ſo verpufft es blos, wie Salpeter, mit ſehr wenig Geräuſch; drittens eine Miſchung von Schwefelleber mit Salpeter, in dem „Verhältniß von einem Theile der erſtern, und zwey Theilen „der letztern Materie, verpufft ſchneller und mit einem eben „ſo lauten Getöſe, als die Zuſammenſetzung aus Schwefel, „Salpeter und Laugenſalze. Hieraus folgt denn nun, daß, „wenn man Knallpulver erhitzt, ſich Schwefelleber bildet, bevor die Verpuffung ſtatt hat; und dieſe Thatſache reicht zu, „die ganze Erſcheinung zu erklären. Wenn man angeſchoſſenen Salpeter und Schwefelleber der Wirkung der Hitze ausſetzt, ſo entbindet ſich entzündliches oder hepatiſches Gas aus „dem letztern Stoffe, indeß das Salz ſauerſtoffhaltige Luft von „ſich giebt. Nun werden dieſe zwey Luftarten, welche zuſammen im Stande ſind, eine heftige Entzündung zu bewirken, „wie wir bey der Geſchichte des entzündlichen Gas bemerkt „haben, durch eine Portion Schwefel entzündet. Weil aber „die dicke Flüſſigkeit, durch welche ſie hindurch dringen müſſen, ihrem Durchgange ein beträchtliches Hinderniß entgegen ſetzt, und weil das Ganze in einem und dem nehmlichen Augenblicke Feuer fängt, ſo ſtoßen ſie auf die Luft mit „ſolcher Heftigkeit, daß dieſe eben ſo widerſteht, wie die Seitenwände des Laufs einer Flinte der Ausdehnung des Schiespulvers Widerſtand leiſtet. Einen Beweis davon giebt die „Wirkung des Knallpulvers auf den Löffel, worin man es „verpuffen läßt. Der Boden dieſes Gefäßes wird auswärts „gedrückt, ſo wie die Seiten einwärts gebeugt, eben ſo als „wenn darauf eine Kraft gewirkt hätte, deren Richtung ſenkrecht niederwärts und nach den Seiten zu einwärts gegangen wäre.“ *Foucroy* Chemiſtr. Vol. II. p. 388.

Luft bey der gewöhnlichen Wärme der Atmoſphäre ausſetzt. In dieſem Falle biethet der Luftzünder, welcher aus einem leichten ſchwammigen Bau beſteht, der atmoſphäriſchen Luft eine große, viel entzündliches Gas enthaltende Oberfläche dar, und da die Vereinigung von den beyden Subſtanzen unmittelbar darauf erfolgt, ſo wird die Feuermaterie ausgetrieben, und die Entzündung findet Statt.

In der That wird jedes Mittel, wodurch eine Luft angezogen und verdichtet werden kann, Flamme hervorbringen. Im vorhergehenden Paragraph iſt bemerkt worden, daß Eiſen mit Mühe glühend gemacht werden kann: allein wenn ein dünner Eiſendraht in eine verſchloſſene und mit Säure erzeugender Luft gefüllte Flaſche mit einem kleinen Stückchen Schwamm oder einer andern verbrennlichen Subſtanz, die man angezündet hat, gethan wird, ſo wird, nachdem der andre entzündliche Körper verzehrt iſt, das Eiſen mit einer hellen und blendenden Flamme brennen, und, wofern eine hinlängliche Menge Säure erzeugender Luft vorhanden iſt, ganz in Eiſenkalk verwandelt werden.

Es iſt ſchon im Vorhergehenden weitläuftig bewieſen worden, daß die Verdichtung nicht allein der Säure erzeugenden Luft, ſondern jeder Flüſſigkeit, mit der Frey-

Gold, welches aus ſeiner Auflöſung in Königswaſſer durch flüſſiges Laugenſalz gefällt worden iſt, macht eine Subſtanz, das ſogenannte Knallgold aus, deren Wirkungen noch fürchterlicher ſind, als die der vorher gedachten Zuſammenſetzungen. Eine auſſerordentlich kleine Menge davon iſt hinreichend, beunruhigende und ſelbſt tödtliche Wirkungen hervorzubringen; und was dieſe Subſtanz noch gefährlicher macht, iſt der Umſtand, daß ein bloßer Schlag oder ein geringer Grad von Reibung hinreicht, ſie zu entzünden. Die Urſache der explodirenden Kraft dieſer Subſtanz werde ich erklären, wenn ich vom Golde ſelbſt ſprechen werde.

werdung von Hitze oder Elementarfeuer verbunden iſt; und ſelbſt die partielle Verdichtung einer Flüſſigkeit oder die Zurückbringung derſelben aus einem lockerern Zuſtand in einen dichtern wird den nehmlichen Erfolg hervorbringen. Auf dieſe Weiſe verurſachen Luft und Waſſer, welches lockrere Flüſſigkeiten ſind, als Waſſer, wenn ſie zu Waſſer verdichtet werden, empfindbare Hitze: auf dieſe Weiſe iſt fixe Luft eine dichtere Flüſſigkeit, als die atmoſphäriſche oder die Säure erzeugende Luft, und folglich wird, wofern eine gewiſſe Menge der letztern durch irgend einen Proceß in die erſtere verwandelt wird, eine Quantität des überflüſſigen Wärmeſtoffs frey. Dieſes iſt bey allen gährenden Körpern der Fall, welche eine beträchtliche Menge Säure erzeugender Luft aus der Atmoſphäre verſchlucken und die dichte ſäuerliche Flüſſigkeit von ſich geben, welche allezeit über ihrer Oberfläche wie ein Dampf ſchwebt und allgemein unter dem Nahmen der Luftſäure oder des Luftgeſäuerten Gas bekannt iſt; und dieſer Proceß iſt allezeit mit Hitze, das iſt, mit Freywerdung einer gewiſſen Menge von Elementarfeuer verbunden. Die Anzündung oder Glühung der Maſſe hängt indeſſen von der ſchnellen Entbindung der Feuermaterie ab, das heißt, von der Stärke der Anziehung zwiſchen den zwey Subſtanzen, welche die Verdichtung veranlaßt. Wenn Schwefel, Eiſenfeilſpäne und Waſſer mit einander vermiſcht und in einen Teig zuſammen geknetet werden, ſo wird die Luft ſchnell angezogen und die Maſſe fängt von ſelbſt Feuer. Heuſchober und andre gährende Maſſen gerathen auf dieſe Weiſe oft von freyen Stücken in Flammen.

Wenn eine von den Subſtanzen eine große Menge von der Grundlage der reinen Luft enthält und eine ſtarke allgemeine Anziehung zwiſchen den Subſtanzen Statt findet, ſo erfolgt eine ähnliche Wirkung. Wenn zum Beyſpiel Scheidewaſſer oder ſtarke Salpeterſäure auf Terpenthinöl gegoſſen wird, ſo iſt die Anziehung zwiſchen dem ent-

zündlichen Theile des Oels und der reinen Luft, welche in der Salpeterſäure im Ueberfluß vorhanden iſt, ſo ſtark, daß das Ganze augenblicklich in Flamme geräth. Daſſelbe iſt der Erfolg, wenn man Braunſtein (ein Erz, welches viel Sauerſtoff oder reine Luft enthält) mit gemeinem Leinöl miſcht; ferner wenn man eine Menge von ſalpeterſaurem Kupfer, oder demjenigen Mittelſalze, welches durch die Auflöſung des Kupfers in Salpeterſäure erzeugt wird, anfeuchtet und in ein Stück Staniol einſchließt, ſo ſchmelzt oder zergeht das Salz; es brechen Salpeterdämpfe hervor und die Maſſe fängt ſchnell Feuer. Dieſe Wirkung beruht ohne Zweifel auf der ſtarken Anziehung des Zinnes zur Salpeterſäure, wodurch das Feuer ſo ſchnell entwickelt wird, daß eine Entzündung erfolgt.

Die Wirkungen der freywilligen Entzündungen zeigen ſich hauptſächlich im Mineralreiche, und von dieſer Urſache muß man eine große Menge der fürchterlichſten Naturerſcheinungen, dergleichen feuerſpeyende Berge, Erderſchütterungen, und ſo weiter ſind, herleiten.

Lavoiſier beſchreibt einen Apparat, um die Mengen der Hitze zu beſtimmen, welche während der Verbrennung verſchiedener Subſtanzen entbunden wird. Dieſe Erfindung beruht auf dem Satze, daß, wenn man einen Körper in dem Mittelpunkte einer hohlen Eiskugel verbrennt, während daß eine zwey und dreyſig Grad warme Luft Zugang hat, die von der innern Seite der Kugel wegſchmelzende Menge Eis einen Maasſtab für die relativen Quantitäten entbundener Wärme abgeben könne. Mit dieſem Apparat geben Phoſphorus, Holzkohle, und entzündliche Luft folgende Reſultate.

Ein Pfund Phoſphorus ſchmelzte hundert Pfund Eis.

Ein Pfund Holzkohle ſchmelzte sechs und neunzig Pfund, acht Unzen.

Ein Pfund entzündliche Luft ſchmelzte zwey hundert fünf und neunzig Pfund, neun Unzen, drey und ein halbes Quentchen.

Da ſich eine feſte Säure durch die Verbrennung des Phoſphorus bildet, ſo hat man Grund anzunehmen, daß ſehr wenig Wärmeſtoff oder Caloric in der Säure zurückbleibt, und daß folglich der obgedachte Verſuch die ganze Menge Elementarfeuer, welche in dem Säure erzeugenden Gas enthalten iſt, uns ſehr genau angiebt.

Lavoiſier hatte durch einen frühern Verſuch gefunden, daß ein Pfund Phoſphor während der Verbrennung ein Pfund, acht Unzen Säureſtoff einſaugt. Da nun durch denſelben Proceß hundert Pfund Eis geſchmolzen werden, ſo folgt, daß die in einem Pfunde Säure erzeugenden Gas enthaltene Menge Wärmeſtoff im Stande iſt, ſechs und ſechzig Pfund, zehn Unzen, fünf Quentchen, vier und zwanzig Gran Eis zu ſchmelzen.

Mittelſt dieſer einfachen Verrichtung zur Meſſung der Mengen des Wärmeſtoffs iſt Lavoiſier im Stande geweſen, auf folgende Schlußfolgen zu kommen.

„Aus der Verbrennung des Phoſphorus, wie ich ſie „in den vorher angeführten Verſuchen beſchrieben habe, „ſieht man, daß ein Pfund Phoſphorus ein Pfund, acht „Unzen Säure erzeugendes Gas zu ſeiner Verbrennung „nöthig habe, und daß auf dieſe Weiſe zwey Pfund, acht „Unzen feſte Phoſphorſäure gebildet werden.“

„Die Menge Wärmeſtoff, welche durch die Verbren„nung von einem Pfunde Phoſphorus entbunden wird, iſt, „wenn man ſie durch die Anzahl der während dieſer Ope„ration geſchmolzenen Pfunde Eis ausdrückt 100,00000.

„Die aus jedem Pfunde Säuerſtoff während der Ver„brennung des Phoſphorus entbundene Menge iſt, eben „ſo ausgedrückt . . . . 66,66667.

„Die während der Bildung eines Pfundes Phoſphor„ſäure entwickelte Menge iſt . . . 40,00000.

„Die in jedem Pfunde Phoſphorſäure zurück bleiben„de Menge iſt . . . . 0,00000 *).

*) Wir ſetzen hier voraus, daß die Phoſphorſäure keinen Wär-

„Bey der Verbrennung eines Pfundes Holzkohle wer„den zwey Pfunde, neun Unzen, ein Quentchen, zehn Gran „Säure erzeugende Luft verſchluckt, und drey Pfunde, neun „Unzen, ein Quentchen, zehn Gran kohlenſaures Gas „gebildet".

„Der Wärmeſtoff, welcher während der Verbrennung „eines Pfundes Holzkohle entbunden wird, iſt 96,50000*).

„Der Wärmeſtoff, welcher während der Verbren„nung der Holzkohle aus jedem verſchluckten Pfunde Säu„re erzeugendem Gas entbunden wird, iſt 37,52823.

„Der Wärmeſtoff, welcher während der Bildung ei„nes Pfundes von kohlenſaurem Gas entbunden wird, iſt 27,02024.

„Der Wärmeſtoff, welcher von jedem Pfunde Säu„reſtoff nach der Verbrennung zurückgehalten wird, iſt 29,13844.

„Der Wärmeſtoff, welcher erfordert wird, um ein „Pfund Kohlenſäure in einem luftförmigen Zuſtande zu „erhalten, iſt . . . . 20,97960.

„Bey der Verbrennung eines Pfundes entzündlicher „Luft werden fünf Pfund, zehn Unzen, fünf Quentchen, „vier und zwanzig Gran Säure erzeugendes Gas verſchluckt, „und ſechs Pfund, zehn Unzen, fünf Quentchen, vier und „zwanzig Gran Waſſer gebildet.

„Wärmeſtoff aus jedem Pfund Waſſerſtoffgas 295,58950.

meſtoff enthalte, was freylich genau genommen nicht ganz wahr iſt. Indeſſen iſt, wie ich vorher bemerkt habe, die Quantität, welche ſie enthält, wahrſcheinlich ſehr klein, und wir haben ihren Betrag nicht angeben können, weil es uns dazu an hinlänglichen Thatſachen fehlt.

*) Alle dieſe relativen Quantitäten des Wärmeſtoffs werden durch die Anzahl der Pfunde des Eiſes ſammt den Decimaltheilchen ausgedrückt, welche während der verſchiedenen Operationen geſchmolzen ſind.

„Wärmeſtoff aus jedem Pfunde Säure erzeugendem „Gas . . . . 52,16280.

„Wärmeſtoff, während der Bildung eines jeden „Pfundes Waſſer entbunden . . . . 44,33840.

„Wärmeſtoff, von jedem Pfunde Säureſtoff nach der „Verbrennung mit Waſſerſtoff zurückgehalten 14,5[illegible].

„Wärmeſtoff von jedem Pfunde Waſſer bey der Tem„peratur von 32 Grad Fahrenheit zurückgehalten . . . . 12,32823.

„Wenn wir Salpetergas mit Säure erzeugendem Gas „verbinden und auf dieſe Weiſe Salpeterſäure in reinem „oder phlogiſtiſchem Zuſtande bilden, ſo erzeugt ſich ein „Grad von Hitze, welcher weit unbeträchtlicher iſt, als „die Hitze, welche bey den andern Verbindungen des Säu„reſtoffs entbunden wird. Hieraus folgt, daß der Säu„reſtoff, wenn er ſich in Salpeterſäure fixirt, einen groſ„ſen Theil der Wärmematerie zurückhält, welche er im gas„förmigen Zuſtande beſaß. Es iſt gewiß möglich, die Men„ge des Wärmeſtoffs zu beſtimmen, welche bey der Ver„bindung dieſer zwey Gasarten frey gemacht wird, folg„lich auch anzugeben, was für eine Menge davon zurück„bleibt, nachdem die Verbindung ſtatt gefunden hat. Die „erſte dieſer Mengen wird ſich beſtimmen laſſen, wenn „man die Verbindung der zwey Gasarten in einer mit Eis „umgebenen Vorrichtung veranſtaltet; da aber die entbun„dene Menge Wärmeſtoff ſehr unbeträchtlich iſt, ſo würde „es nöthig ſeyn, den Verſuch mit einer großen Menge bey„der Gasarten mittelſt eines ſehr beſchwerlichen und zu„ſammengeſetzten Apparats anzuſtellen. Durch dieſen Um„ſtand ſind wir, de la Place und ich, bisher von dieſem „Verſuche abgehalten worden. Indeſſen läßt ſich die „Stelle eines ſolchen Verſuchs durch Berechnungen erſetzen, „deren Reſultate ſich von der Wahrheit gewiß nicht leicht „entfernen werden“.

„De la Place und ich verbrannten eine hinlängliche „Menge Salpeter und Holzkohle in einem Eisapparate,

„und fanden, daß zwölf Pfund Eis durch die Verpuffung „eines Pfundes Salpeter geſchmolzen waren. Wir wer„den in der Folge ſehen, daß ein Pfund Salpeter beſteht aus

Pflanzenlaugenſalze 7 Unzen 6 Quentchen 51,84 Gran
= 4515,84.
Trockner Säure . 8 Unzen 1 Quentchen 21,16 Gran
= 4700,16.

„Die obige Menge trockner Säure iſt zuſammengeſetzt aus

Säureſtoff 6 Unzen 3 Quentchen 66,34 Gr. = 3738,34.
Stickſtoff 1 — 5 — 25,82 — = 961,82.

„Wir finden alſo, daß bey der obigen Verbrennung „zwey Quentchen, ein und ein Drittel Gran Holzkohle zu„gleich mit 3738,34 Gran, oder 6 Unzen 3 Quentchen „66,34 Gran Säureſtoff der Verbrennung unterworfen „geweſen ſind. Da nun zwölf Pfund Eis während der „Verbrennung geſchmolzen ſind, ſo folgt daraus, daß ein „Pfund Säureſtoff, auf dieſelbe Weiſe verbrannt, 29,58320 „Pfund Eis geſchmolzen haben würde. Addirt man dazu die „Menge Wärmeſtoff, welche von einem Pfunde Säureſtoff nach „der Verbindung mit Kohle und der dadurch bewirkten Bil„dung des kohlenſauren Gas zurückgehalten wird, wovon „bereits dargethan war, daß dadurch 29,13844 Pfund „Eis geſchmolzen werden konnten, ſo haben wir für die „ganze Menge des Wärmeſtoffs, welche in einem Pfunde „Säureſtoff zurückbleibt, wenn eine Verbindung deſſel„ben mit Salpeterluft zur Salpeterſäure ſtatt findet, „58,72164. Dies iſt die Anzahl der Pfunde Eis, welche „der im Säureſtoff in dieſem Zuſtande zurückbleibende Wär„meſtoff zu ſchmelzen im Stande iſt."

„Wir haben vorher geſehen, daß er in dem Zuſtande „von Säure erzeugendem Gas wenigſtens 66,66667 ent„hielt. Hieraus folgt, daß er, wenn er ſich mit Stick„ſtoff zu Salpeterſäure verbindet, nicht mehr als 7,94502

„verliehrt. Es ſind weitere Verſuche über dieſen Gegen„ſtand nöthig, wenn man beſtimmen will, wiefern die „Reſultate dieſer Berechnung mit den Thatſachen zuſam„men treffen mögen. Dieſe ungeheure Menge des Wär„meſtoffs, welche von dem Säureſtoff bey ſeiner Verbin„dung zu Salpeterſäure zurückgehalten wird, erklärt zu„gleich die Urſache der ſo großen Entbindung des Wärme„ſtoffs, wenn Salpeter verbrennt, oder eigentlicher ge„ſprochen, ſo oft nur immer Salpeterſäure zerſetzt wird.“

„Nachdem ich verſchiedene Fälle von einfacher Ver„brennung unterſucht habe, will ich nun einige wenige Bey„ſpiele von zuſammengeſetzterer Natur geben. Als ich ein „Pfund Wachsſtock in einem Eisapparate allmählig ver„brennen ließ, ſchmelzte es 133 Pfund 2 Unzen 5 und „ein Drittel Quentchen Eis. Nach meinen Verſuchen, die „ich in den Gedenkſchriften der Akademie, Jahrgang 1784. „Seite 606. beſchrieben habe, beſteht ein Pfund Wachs„ſtock aus 13 Unzen, 1 Quentchen 23 Gran Kohle und 2 „Unzen, 6 Quentchen, 49 Gran Waſſerſtoff.“

„Nach den verhergehenden Verſuchen ſollte die gedachte
„Menge Kohle ſchmelzen . . . 79,39390 Pfund Eis
„und der Waſſerſtoff ſollte ſchmelzen 52,37605 — —
„in allem . . . . . . 131,7 995 Pfund Eis.

„Wir ſehen alſo, daß die aus einem brennenden „Wachsſtock entbundene Menge Wärmeſtoff ziemlich eben „ſo viel beträgt, als was man bekommt, wenn man ei„ne Menge Kohle und Waſſerſtoff, ſo viel nehmlich als in „die Zuſammenſetzung des Wachsſtockes eingeht, beſonders „verbrennt. Dieſe Verſuche mit dem Wachsſtocke ſind „mehrere Male wiederhohlt worden, ſo daß ich Grund „habe, ſie für genau zu halten *)“.

*) Man ſ. Lavoiſier Chemiſtry.

Folgende Tabelle der verſchiedenen Grade von Hitze, welche verſchiedene Körper unter gegebenen Umſtänden äuſſern, iſt, in Fahrenheitiſchen Graden ausgedrückt, aus verſchiedenen Schriftſtellern zuſammen geleſen worden.

Hitzſkale.

Der erſte Theil dieſer Tabelle iſt aus Wedgwoods Abhandlung über ſeinen Feuermeſſer entlehnt worden.

	Fahrenh.	Wedgw.
Das äuſſerſte Ende der Skale von Wedgwoods Thermometer . .	32277°	240°
Gröſte Hitze von ſeinem kleinen Windofen	21877.	160.
Gegeſſen Eiſen ſchmelzt	17977.	130.
Gröſte Hitze einer gemeinen Schmiedeeſſe	17327.	125.
Gröſte Schweishitze des Eiſens .	13427.	95.
Kleinſte Schweishitze des Eiſens . .	12777.	90.
Fein Gold ſchmelzt	5237.	32.
Fein Silber ſchmelzt	4717.	28.
Schwediſches Kupfer ſchmelzt . . .	4587.	27.
Meſſing ſchmelzt	3807.	21.
Hitze, bey welcher Wedgwood's Schmelzfarben eingebrannt werden . . .	1856.	6.
Eiſen mit einer weißen funkelnden Glühhitze	2780.	
Eiſen mit einer faſt weiſſen Glühhitze	2080.	
Die Hitze von lebendigen Kohlen, ohne daß man ſie anbläßt, vielleicht gegen	1650.	
Eiſen mit einer glühenden Röthe bey Tageslichte	1600.	
Eiſen, welches am Tage ſo eben roth glüht	1120.	
Eiſen, welches im Dunkeln ſo eben roth glüht	1000.	
Gröſte Hitze des geſchmolzenen Bleyes	820.	
Eiſenfarben werden weggebrannt . .	800.	

Siedehitze des Queckſilbers, welche einige 600° gleich geſchätzt haben	700°.
Polirtes Eiſen nimmt eine völlige Bläue an . .	700.
Polirtes Eiſen färbt ſich purpurfarb an .	660.
Leinöl kocht, nach einigen bey 600° . . .	620.
Bley ſchmelzt	610.
Polirtes Eiſen nimmt eine Strohfarbe an .	605.
Vitriolöl kocht	546.
Meſſing färbt ſich blau	500.
Wismuth ſchmelzt	460.
Stanniol und Wismuth ſchmelzt	450.
Zinn ſchmelzt	408.
Gleiche Theile von Zinn und Wismuth ſchmelzen	283.
Gleiche Theile von Zinn, Bley und Wismuth ſchmelzen	220.
Waſſer kocht	212.
Brandwein kocht	190.
Rectificirter Weingeiſt kocht . . .	175.
Das Blutwaſſer und das Weiſſe im Eye coagulirt	156.
Wachs ſchmelzt	142.
Gröſte Hitze des Waſſers, welche die Hand gut leiden kann	114.
Hitze des Siroccowindes zu Palermo in Sicilien	112.
Heftige Fieberhitze	108.
Wärme der Haut von Enten, Gänſen und Tauben	106.
Wärme der Haut von Katzen, Hunden, Schaafen u. ſ. w.	103.
Wärme des menſchlichen Körpers im geſunden Zuſtande	98.
Wärme eines Bienenſtocks . . .	97.
Schwüles Wetter	75.
Gewöhnliche Sommerhitze . .	65.
Waſſer, indem es friert, oder Eis, indem es ſchmelzt	32.
Milch gefriert	30.
Weineſſig von gewöhnlicher Stärke gefror .	27.
Starke Weine gefroren . .	20.

Bey einer Miſchung von Schnee und Salz ſinkt das Thermometer auf . .	0.
Die gröſte natürliche Kälte, welche in England beobachtet worden iſt . . .	— 3.
Schwacher Weingeiſt gefror .	— 33.
Queckſilber gefriert um . . .	— 39.

Da ſich Queckſilber beym Gefrieren unregelmäſig zuſammenzieht, ſo läßt ſich kein Kältegrad unter dieſem mittelſt der jetzt üblichen Thermometer beobachten.

Drittes Buch.

Erſtes Kapitel.

Geſchichte der Entdeckungen, das Licht u. ſ. w. betreffend.

Meinungen der Platoniker. — Des Ariſtoteles. — Des Alhazen. — Des Roger Baco — die Erfindung der Brillen — Abhandlung des Maurolycus über das Sehen. — Weites und kurzes Geſicht. — Grund, warum das Sonnenbild rund erſcheint, ungeachtet die Strahlen durch eine eckige Oeffnung gehen. — Erfindung der dunkeln Kammer. — Fletſcher's Muthmaſſungen über den Regenbogen. — Erfindung des Teleſkops. — Dem Zacharias Janſen zugeſchrieben. — Galiläi. — Keppler. — Erfindung des Mikroſkops. — Tycho Brahe. Natürliche Darſtellung verzerrter Bilder. — Snellius und Hortenſius. — Des Cartes. — Scheiner. — Entdeckung der Schnelligkeit des Lichts. — Boyle's Entdeckungen über Farben — Grimaldi — Gregory — Newton; ſeine Entdeckungen über Farben — über Brechbarkeit. — Bononiſcher Stein. — Balduin's Phoſphor u. ſ. w. Brodley — Bouguer — Melville — Dolland. — Dela Motte — Delaval —.

Die älteſte Hypotheſe, welche zu der wahren Theorie des Lichts und der Farben leitet, iſt die der Platoniker,

daß nehmlich das Licht, woher es auch immer kommen mag, ſich in geraden Linien fortpflanzt, und daß, wenn es von den Oberflächen glatter Körper zurück geworfen wird, der Einfallswinkel dem Zurückwerfungswinkel gleich iſt. Hierzu kann man noch die Meinung des Ariſtoteles ſetzen, welcher annahm, daß Regenbogen, Höfe (halones) und Nebenſonnen durch die Zurückwerfung der Sonnenſtrahlen unter verſchiedenen Umſtänden veranlaßt würden. Wir haben Urſache zu glauben, daß der Gebrauch erhaben geſchliffener Gläſer ſowohl zum Vergröſſern, als zum Brennen, den Alten nicht unbekannt war, ob ſie gleich die Theorie davon nicht kannten.

Ueber die vergröſſernde Kraft der Gläſer und einige andre optiſche Erſcheinungen hat Alhazen, ein arabiſcher Naturkundiger des zwölften Jahrhunderts weitläuftig gehandelt. Hierauf folgten Roger Bacon's Beobachtungen, welcher durch wirkliche Verſuche bewies, daß ein kleiner Abſchnitt einer gläſernen Kugel das Geſicht alter Leute ſehr unterſtütze. Es iſt nicht unwahrſcheinlich zu ſchließen, daß die Erfindung der Brillen durch die Winke dieſer zwey Naturforſcher veranlaßt worden iſt. Wer der wirkliche Urheber dieſer nützlichen Erfindung geweſen ſey, wiſſen wir nicht gewiß: wir finden nur, daß ſie um den Anfang des vierzehnten Jahrhunderts allgemein bekannt war.

Im Jahr 1575. gab Maurolycus, Lehrer der Mathematik in Meſſina, eine Abhandlung über die Optik heraus, worinnen er beweißt, daß die Kryſtalfeuchtigkeit des Auges eine Linſe iſt, welche die von äuſſern Gegenſtänden herkommenden Lichtſtrahlen ſammelt und auf die Netzhaut oder den Sehnerven wirft. Dieſer Grundſatz führte ihn zu der Entdeckung, worin die Urſache des ſogenannten kurzen und unvollkommenen Geſichts beſtehe. In dem einen Falle laufen die Strahlen zu bald zuſammen, in dem andern thun ſie dies nicht bald genug. Deswegen

wird

wird kurzſichtigen Perſonen durch ein Hohlglas geholfen, welches verurſacht, daß die Strahlen einigermaßen aus einander fahren, ehe ſie in das Auge kommen, wodurch es dieſen denn erſchwert wird, ſo geſchwind zuſammen zu fahren, als ſonſt geſchehen würde, nachdem ſie in die Kryſtalfeuchtigkeit gekommen ſind. Aus demſelben Satze beweißt er ferner, daß eine erhaben geſchliſſene Linſe Perſonen von ſchwachem, aber weitem Geſichte dienlich iſt, weil ſie verurſacht, daß die Strahlen ſchneller und in größerer Menge zuſammen fahren, als ſonſt geſchehen würde. Er war auch der erſte, welcher eine Aufgabe löſete, die in den alten Schulen die Gelehrten ſehr verlegen gemacht hatte, warum nehmlich das Sonnenbild ſich rund zeigt, ungeachtet die Strahlen, welche es darſtellen, in ein dunkles Zimmer durch eine eckigte Oeffnung fallen. Er bemerkte, daß weil die Lichtſtrahlen beſtändig in jeder Richtung von jedem Theile der Sonnenſcheibe herkommen, „ſie einander von dem äuſſerſten Theile derſelben in jedem Punkte der Oeffnung durchkreuzen müſſen, ſo daß ein jeder ſolcher Punkt die Spitze zweyer Kegel iſt, die eine ſolche Stellung haben, daß die Grundfläche des einen die Sonnenſcheibe, die des andern ihr Bild auf der entgegen geſetzten Wand abgiebt." Alſo beſteht das ganze Bild aus einer Anzahl kleinerer Bilder, welche alle kreisförmig ſind. Das aus dieſen Bildern zuſammen geſetzte Sonnenbild muß folglich auch kreisförmig ſeyn; und es wird einem vollkommenen Kreiſe deſto näher kommen, je kleiner die Oeffnung und je entfernter das Bild iſt.

Faſt um dieſelbe Zeit erfand Johann Baptiſta Porta aus Neapel die dunkle Kammer. Seine Verſuche mit dieſer Vorrichtung überzeugten ihn, daß Licht ein Körper ſey, durch deſſen Eintritt in das Auge das Sehen bewerkſtelligt werde. Denn es iſt zu bemerken, daß man

vor ſeiner Zeit ziemlich allgemein annahm, das Sehen beruhe auf den ſogenannten Sehſtrahlen, welche aus dem Auge heraus giengen. Hierin trifft Porta's Syſtem mit dem Syſteme des Maurolycus ziemlich zuſammen; indeſſen iſt zu erinnern, daß die Entdeckungen eines jeden dieſer zwey Naturforſcher dem andern unbekannt waren. Ueberdies zeigte er, daß einem Mangel an Licht durch die Erweiterung des Sehlochs abgeholfen werde, welches ſich unwillkührlich zuſammen ziehe, wenn man es einem ſtarken Lichte ausſetze, und hingegen öffne, wenn das Licht ſchwach und matt ſey.

Ein gewiſſer Fletſcher aus Breslau verſuchte im Jahr 1571 die Erſcheinungen des Regenbogens durch eine doppelte Zurückwerfung und eine Brechung zu erklären. Aber Anton de Dominis, deſſen Abhandlung im Jahre 1611. erſchien, war der erſte, welcher ſich der wahren Theorie näherte. Er beſchreibt den Fortgang des Lichtſtrahls durch jeden Tropfen des fallenden Regens; er zeigt, daß er in den obern Theil des Tropfens tritt, wo er eine Brechung erleidet; daß er einmal zurück geworfen, und dann wiederum gebrochen wird, ſo daß er in das Auge des Zuſchauers gerade gelangt. Warum dieſe Brechung die verſchiedenen Farben erzeugt, dies zu erklären, war Iſaac Newton aufbehalten.

Das letztere Ende des ſechszehnten Jahrhunderts zeichnete ſich durch die Erfindung der Teleſtope aus. Man iſt allgemein einverſtanden, daß dieſe Erfindung zufällig geweſen ſey. Diejenige Wirkung der Brechung, vermöge welcher die Lichtſtrahlen, indem ſie durch ein dichtes, in der Mitte dickeres Medium gehen, in einen Punkt zuſammen laufen; ferner diejenige Erſcheinung, welche Statt findet, wenn ſie durch einen an den Enden dickeren Mittelkörper hindurch gehen, waren längſt beobachtet worden; und die Hülfe, welche erhaben und hohl geſchliffene Gläſer dem Geſichte gewähren, hatte dieſe zum allgemeinen Gebrauche empfohlen.

Der Erfinder des Teleſkops iſt nicht gewiß bekannt. Nach der wahrſcheinlichſten Nachricht entdeckte ein gewiſſer Zacharias Janſen, ein Brillenmacher von Mittelburg, als er die Wirkung eines mit einem erhaben geſchliffenen Glaſe verbundenen Hohlglaſes verſuchte, daß dieſe Gläſer, von einander bis zu einer gewiſſen Weite entfernt, die Eigenſchaft beſaßen, entfernte Gegenſtände ſcheinbar näher an das Auge zu bringen. Die Teleſkope wurden durch Galiläi gar ſehr verbeſſert, welcher ein dergleichen Werkzeug verfertigte, das drey und dreyßig Mal vergrößerte; und mit demſelben machte er alle ſeine bewunderungswürdigen aſtronomiſchen Entdeckungen.

Die Theorie der Teleſkope wurde jedoch erſt von Kepler hinreichend erklärt. Dieſer beſchrieb die Natur und den Grad der Brechung, wenn das Licht durch dichtere oder lockrere Mittelkörper hindurch geht, deren Oberflächen erhaben oder hohl ſind; er zeigte nehmlich, daß ſie mit dem Durchmeſſer des Kreiſes übereinſtimmt, wovon die Grade der Erhabenheit oder Vertiefung Bogentheile ſind. Er gab einige Verbeſſerungen in der Zuſammenſetzung der Teleſkope an, deren Ausführung jedoch andern überlaſſen wurde.

Dem Janſen verdanken wir auch die Entdeckung des Mikroſkops. Dies Werkzeug beruht mit dem vorigen genau auf einerley Grundſätzen. In der That iſt es gar nicht unwahrſcheinlich, daß die doppelte Linſe anfangs zur Beobachtung nahe gelegener, aber kleiner Gegenſtände und ſpäterhin, nach denſelben Grundſätzen, zur Beobachtung ſolcher Gegenſtände, welche wegen ihrer weiten Entfernung klein ſchienen, gebraucht wurde.

Kepler ſuchte mit vieler Anſtrengung das Geſetz der Brechung zu entdecken. Allein er war nicht im Stande, weiter als bis zu der Beobachtung zu kommen, daß, wenn der einfallende Strahl einen Winkel von nicht mehr als dreyßig Graden mit dem Perpendickel macht, der ge-

brochene Strahl in einem Winkel fortgeht, welcher ungefehr zwey Drittel von dem erſtern Winkel beträgt. Zu Keplers Zeiten (1600) entſtanden über dieſen Gegenſtand viele Streitigkeiten: allein man ſieht, daß dadurch wenig für die Wahrheit gewonnen worden iſt.

Glücklicher war Kepler, als er die Entdeckungen des Maurolycus und Bapt. Porta verfolgte. Er bewies, daß von den äuſſern Gegenſtänden Bilder auf den Sehnerven durch die Brennpunkte der Strahlen, welche von jedem Theile des Gegenſtandes herkommen, erzeugt werden. Er beobachtete ferner, daß dieſe Bilder verkehrt ſind; allein dieſer Umſtand wird, ſeiner Verſicherung nach, durch die Seele berichtiget, welche, wenn der untere Theil der Nezhaut einen Eindruck erleidet, denſelben nur ſolchen Strahlen zuſchreibt, welche von den obern Theilen des Gegenſtandes herrühren. Gewohnheit macht uns dieſe Täuſchung zur Natur, und lehrt uns, unſre Hände nur nach denjenigen Theilen der Gegenſtände zu bewegen, von welchen die Strahlen wirklich herkommen. Als Tycho Brahe die ſcheinbare Verminderung der Mondſcheibe bey Sonnenfinſterniſſen beobachtete, ſo bildete er ſich ein, daß die Scheibe durch die Stärke der Sonnenſtrahlen wirklich vermindert würde. Aber Kepler ſagte, daß die Mondſcheibe nicht darum kleiner erſcheine, weil ſie nicht erleuchtet ſey, ſondern vielmehr daß ſie zu andern Zeiten größer, als ſie wirklich iſt, vorkomme, weil ſie erleuchtet werde. Denn Strahlenbüſchel von ſo entfernten Gegenſtänden erreichen meiſtens ihre Brennpunkte, ehe ſie noch auf die Nezhaut treffen, und folglich fahren ſie aus einander und erſtreuen ſich, wenn ſie dieſelbe berühren. Aus dieſem Grunde, ſezt er hinzu, kann es verſchiedenen Perſonen vorkommen, als ob die Scheibe eine verſchiedene Größe beſitze, je nachdem ihr Geſicht mehr oder weniger gut iſt.

Im ſechszehnten Jahrhunderte machte auch die Perſpective beträchtliche Fortſchritte. Man kam nahmentlich auf den ſcharfſinnigen Gedanken, verzerrten Bildern mit-

telſt erhabener oder hohler Spiegel ihre natürliche Geſtalt wieder zu geben; es iſt aber ungewiß, wer dieſe Erfindung gemacht habe.

Das wahre Geſetz der Strahlenbrechung wurde von Snellius, Profeſſor der Mathematik zu Leyden, entdeckt; da er aber nicht lange genug lebte, die Theorie davon ins Reine zu bringen, ſo wurde die Entdeckung vom Profeſſor Hortenſius bekannt gemacht und erläutert.

Einige Entdeckungen von weniger Belange wurden zu dieſer Zeit, unter andern von Des Cartes gemacht, welcher die Natur und die Urſache der Figur des Regenbogens ſehr genau erklärte, ungeachtet er nicht im Stande war, von den Farben Rechenſchaft zu geben; inzwiſchen nahm er an, daß die kleine Menge Waſſer, aus welcher der Strahl heraus kömmt, die Wirkung eines Priſma äuſſere, von welchem man wußte, daß es die Eigenſchaft beſitzt, das hindurch geleitete Licht zu färben.

Im Jahr 1625. wurde Scheiners merkwürdige Entdeckung zu Rom bekannt, wodurch es auſſer Zweifel geſetzt wird daß das Sehen auf den Bildern äuſſerer Gegenſtände beruhe, welche ſich auf der Netzhaut erzeugen. Er nahm nehmlich das Auge eines Thieres, ſchnitt die Häute hinten weg und brachte verſchiedene Gegenſtände vor daſſelbe. So zeigten ſich die Bilder derſelben auf der nackten Netzhaut oder der Verbreitung des Sehnervens deutlich abgemahlt. Derſelbe Naturforſcher zeigte durch Verſuche, daß ſich das Sehloch erweitere, um entfernte Gegenſtände zu ſehen, ſo wie es ſich im Gegentheile zuſammen ziehet, wenn wir nahe gelegene Dinge betrachten wollen. Er that dar, daß die von irgend einem Gegenſtande herkommende Strahlen, welche man durch ein kleines, in einem Stück Pappe angebrachtes Loch fallen läßt, einander durchkreuzen, bevor ſie in das Auge kommen. Denn wenn man die Schneide eines Meſſers an die Seite beym Auge hält, und ſo lange herwärts bewegt, bis es

zum Theile das Loch bedeckt, ſo verbirgt es zuerſt dem Auge denjenigen Theil des Gegenſtandes, welcher auf der entgegen geſetzten Seite des Loches gelegen iſt.

Gegen die Mitte des ſiebzehnten Jahrhunderts wurde die Geſchwindigkeit des Lichts von einigen Mitgliedern der königlichen Geſellſchaft der Wiſſenſchaften zu Paris, nahmentlich von Caſſini und Römer, entdeckt, als ſie die Verfinſterungen der Jupiters-Trabanten beobachteten.

Um dieſelbe Zeitperiode machte Robert Boyle ſeine Verſuche über die Farben. Er bewies, daß der Schnee auf das Auge nicht durch ein eigenthümliches, ſondern durch ein zurück geworfenes Licht wirke; ein Umſtand, von welchem man jedoch heut zu Tage kaum glauben ſollte, daß man ihn jemals hätte durch Verſuche beweiſen müſſen. Als dieſer Gelehrte ferner einen Lichtſtrahl in ein dunkles Zimmer leitete, und denſelben auf einen Bogen Papier fallen ließ, bewies er, daß die weiſſe Farbe viel mehr Licht, als irgend eine andre zurückwerfe. Um darzuthun, daß weiſſe Körper die Lichtſtrahlen auswärts zurückwerfen, ſetzt er hinzu, daß gemeine Brenngläſer weiſſes Papier, eine geraume Zeit hindurch, weder verbrennen, noch entfärben. Im Gegentheile warf ein Hohlſpiegel von ſchwarzem Marmor die Sonnenſtrahlen bey weitem nicht ſo ſtark zurück, als ein gewöhnlicher Hohlſpiegel. Daſſelbe Reſultat erhielt er, als er ſich zu ſeinem Verſuche eines Ziegels bediente, deſſen Oberfläche halb weiß, halb ſchwarz gefärbt war.

Um die nehmliche Zeit wurden einige Verſuche über die Verſchiedenheit der Körper in Rückſicht ihrer Kraft, das Licht zu brechen, angeſtellt. Die erſten Fortſchritte zu den wichtigen Entdeckungen mittelſt des Priſma machte Grimaldi. Dieſer Naturforſcher beobachtete, daß ein Sonnenſtrahl, durch ein Priſma geleitet, anſtatt auf der entgegen ſtehenden Mauer rund zu erſcheinen, ein längliches Bild der Sonne darſtellte.

Gegen das Ende dieſes Jahrhunderts wurde das reflectirende oder das Spiegelteleſkop von dem Engländer, Jacob Gregory, erfunden.

Der Leſer wird bald finden, wie ſehr unvollkommen alle vorhergegangenen Entdeckungen in Vergleichung mit Iſaak Newtons Entdeckungen waren. Vor ihm wuſte man wenig oder nichts in Beziehung auf die Natur der Farben. Selbſt Grimaldi's Bemerkung über das längliche Sonnenbild, welches entſteht, wenn man die Sonnenſtrahlen durch ein Priſma fallen läßt, war dem großen Mann unbekannt, da ſie nur ein Jahr vorher bekannt gemacht worden war. Dies war indeſſen, wie es ſcheint, der erſte Umſtand, welcher Newton's Aufmerkſamkeit auf die Unterſuchung der Theorie der Farben leitete. Als er das farbige Bild maß, welches dadurch entſtand, daß das Licht in ein dunkles Zimmer durch ein Priſma geleitet wurde, fand er, daß die Länge deſſelben fünf Mal größer war, als ſeine Breite. Dieſer unerklärbare Umſtand veranlaßte ihn, die Wirkung zweyer Priſmen zu verſuchen. Er fand nun, daß das Licht, welches durch das erſte Priſma in eine längliche Figur zerſtreut worden war, mittelſt des zweyten wieder geſammelt und in ein kreisförmiges Bild gebracht wurde, eben ſo regelmäſig, als ob die Lichtſtrahlen durch gar kein Priſma gefallen wären. Nach vielen Muthmaſſungen und Verſuchen über die Urſache dieſer Erſcheinungen nahm er endlich dazu ſeine Zuflucht, was er Experimentum crucis nannte. Er nahm zwey Bretter und brachte das eine davon nahe an das Fenſter, ſo daß das Licht durch ein darin angebrachtes kleines Loch fallen und, nachdem es durch ein Priſma geleitet worden war, auf das andre Bret, welches ungefehr zwölf Fuß entfernt war, auftreffen konnte. In dieſem zweyten Brette war gleichfalls eine kleine Oeffnung, damit etwas von dem einfallenden Lichte hindurch gehen möchte. Hinter dieſem Loche des zweyten Brettes brachte er eben ſo ein Priſma dergeſtalt an, daß das Licht, nachdem es durch beyde

Bretter gegangen war, eine zweyte Brechung, ehe es bis zur Wand gelangte, leiden muſte. Er bewegte hierauf das erſte Priſma auf eine ſolche Weiſe, daß die verſchiedenen Theile des auf das zweyte Brett geworfenen Bildes hinter einander durch das darin befindliche Loch hindurch giengen. Seine Abſicht bey dieſem Verſuche beſtand darin, zu ſehen, auf welche Stellen der Mauer das zweyte Priſma dieſe Strahlen brechen würde. Die Folge davon war, daß das gefärbte Licht, woraus das eine Ende des Bildes beſtand, eine beträchtlich gröſsere Brechung erlitt, als das an dem entgegen geſetzten Ende befindliche.

Mit andern Worten, Lichtſtrahlen von der einen Farbe waren in einem höhern Grade brechbar, als die von einer andern. Folglich war nun die eigentliche Urſache der Ausdehnung des Sonnenbildes in die Länge offenbar: denn es war durch die Erfahrung bewieſen, daß das Licht keine gleichartige Subſtanz ſey, ſondern aus verſchiedenen Theilchen oder Strahlen beſtehe, welche verſchiedener Grade von Brechbarkeit empfänglich ſind, nach denen ſie durch das Priſma auf die entgegen ſtehende Mauer geleitet werden. Es erhellte weiter aus dieſen Verſuchen, daß die Lichtſtrahlen, ſo wie ſie ſich in Rückſicht der Brechbarkeit von einander unterſcheiden, eben ſo auch darin von einander abweichen, daß ſie beſondere Farben hervorbringen. Einige Strahlen nehmlich bilden die rothe, andre die gelbe, andre die blaue Farbe und ſo weiter. Aus dieſen verſchiedentlich gefärbten Strahlen, welche mittelſt des Priſma nach den verſchiedenen Graden ihrer Brechbarkeit von einander getrennt waren, war die länglichte Figur an der Wand zuſammengeſetzt.

Ich würde jedoch allzu weitläuftig werden, wenn ich die groſse Mannigfaltigkeit der Verſuche anführen wollte, wodurch Newton dieſe Sätze, oder die ungemein weit um ſich greifende Anwendung derſelben dargethan hat. Ich begnüge mich mit der bloſen Erinnerung, daß er ſei-

ne Sätze zur befriedigenden Erklärung der Farben natürlicher Körper, des Regenbogens und der meiſten Natur-Erſcheinungen, wo Licht und Farben im Spiel ſind, mit dem glücklichſten Erfolg anwand, und daß faſt alles, was wir jetzt von dieſen Gegenſtänden wiſſen, durch ſeine Verſuche aufgeklärt worden iſt.

Seine Beobachtungen über die verſchiedenen Brechungskräfte verſchiedener Subſtanzen ſind merkwürdig und ſcharfſinnig. Die Scheidekunſt hatte jedoch damals noch nicht ſo viele Fortſchritte gemacht, daß ſie alle ſeine Folgerungen hätte verbürgen können. Das allgemeine Reſultat iſt, daß alle Körper ihr Brechungsvermögen im Verhältniß ihrer Dichte zu beſitzen ſcheinen; jedoch mit der Ausnahme, ſofern ſie mehr oder weniger ſchwefelichte oder ölichte Theile in ſich enthalten.

Die Entdeckung der verſchiedenen Brechbarkeit der das Licht zuſammenſetzenden Strahlen zeigte in der Einrichtung der Teleſkope Mängel, an welche man vorher gar nicht gedacht hatte, und führte in der ſchöpferiſchen Hand eines Newtons zu einigen nicht minder auſſerordentlichen Verbeſſerungen derſelben. Man begreift leicht, daß, da die Lichtſtrahlen von verſchiedener Brechbarkeit ſind, die in höherm Grade brechbaren weit ſchneller in einen Brennpunkt zuſammen laufen müſſen, als die weniger brechbaren. Folglich kann der ganze Strahl ſchlechterdings nicht in irgend einem Punkte einen Brennpunkt bilden, ſondern der Brennpunkt eines jeden Objectivglaſes iſt ein kreisförmiger Raum von anſehnlichem Durchmeſſer, nehmlich ungefehr von einem Fünf und funfzigſtel der Oeffnung des Teleſkops. Dieſem Mangel abzuhelfen nahm er Gregory's Idee von einem Spiegelteleſkope an und fügte ſolche Verbeſſerungen hinzu, daß dadurch alle gegenwärtigen Inſtrumente dieſer Art veranlaßt worden ſind.

Wenn eine Wiſſenſchaft bis zu einem gewiſſen Grade der Vollkommenheit gebracht worden iſt, iſt man nur gar

zu geneigt, ſpätere Entdeckungen für weniger bedeutend zu halten. Indeſſen wird der ächte Naturforſcher die ſeit Newton's Zeitalter gemachten Entdeckungen über das Licht und die Farben ſeiner Aufmerkſamkeit gewiß nicht unwürdig erachten. Durch einen bloſen Zufall beobachtete man in einigen Körpern eine ſehr auſſerordentliche Eigenſchaft, Licht einzuſaugen und hernach im Dunkeln wieder von ſich zu geben. Ein Schuhmacher von Bologna ſuchte ein chemiſches Arcanum zu entdecken. In dieſer Abſicht calcinirte er unter andern Dingen einige Steine von beſondrer Art, welche er unten am Fuſſe des Petersberges fand, und beobachtete durch Zufall, daß dieſe Steine, wenn man ſie, nachdem ſie vorher dem Lichte ausgeſetzt worden waren, an einen dunkeln Ort brachte, das Vermögen äuſſerten, von ſelbſt zu leuchten. Der Zufall entdeckte ſpäterhin dieſelbe Eigenſchaft in andern Subſtanzen. Balduin von Meiſſen fand, als er Kalk im Scheitewaſſer auflöſete, daß der Rückſtand nach der Deſtillation mit dem Bologneſiſchen Steine in Rückſicht der Kraft, Licht in ſich zurück zu halten und von ſich zu geben, genau übereinſtimmte. Man nennt daher dieſe Zubereitung heut zu Tage Balduin's Phoſphor. Düfay beobachtete eben dieſe Eigenſchaft in allen Subſtanzen, welche ſich durch bloſes Verbrennen verkalken laſſen, oder nach vorher gegangener Auflöſung in Salpeterſäure. Dieſe Thatſachen ſcheinen das materielle Weſen des Lichts auſſer Zweifel zu ſetzen.

Einige ſehr genaue Berechnungen machte Brobley um das Jahr 1725., welche auf eine überzeugendere Weiſe die Schnelligkeit des Lichts und die Bewegung der Erde in ihrer Bahn darthun. Auch ſind hier Bouguer's merkwürdige und ſehr genaue Verſuche anzuführen, um die Menge des Lichts zu beſtimmen, welche durch die Zurückwerfung verlohren geht. Der entſcheidendſte dieſer Verſuche beſtand darin, daß er in ein verdunkeltes Zimmer zwey Lichtſtrahlen fallen ließ, wovon der eine zurückgeworfen wurde, der andere aber geraden Wegs auf

die gegenüber ſtehende Wand fiel. Nun verglich er die Größe der Oeffnungen, durch welche das Licht fiel. Diejenige Oeffnung, durch welche der gerade Strahl einfiel, war aber viel kleiner, als diejenige, durch welche er den zurückgeworfenen Strahl eintreten ließ. Uebrigens war die Erleuchtung der Wand bey beyden gleich. Auf dieſe Weiſe war er im Stande, die Menge Licht, welche verlohren gieng, genau zu ſchätzen. Um dieſelbe Wirkung bey Lichtern darzuthun, begab er ſich in ein völlig dunkles Zimmer mit einem Buche in der Hand; in das nächſte Zimmer ließ er ein angezündetes Licht bringen, und dieſes ſo lange ſich ihm nähern, bis er die Buchſtaben ſo eben erkennen konnte, welche nun vier und zwanzig Fuß von dem Lichte entfernt waren. Nun ließ er die vom Lichte herkommenden Strahlen, bevor ſie auf das Buch fielen, von einem Spiegel zurückwerfen, und fand auf dieſe Weiſe, daß die ganze Entfernung des Buches von der Lichtquelle (die Entfernung von dem Buche zum Spiegel mit eingerechnet) nur funfzehn Fuß betrug. Hieraus ſchloß er, daß die Menge des in gerader Richtung fortgehenden Lichtes ſich zu der Menge des zurückgeworfenen, wie 576 : 225, verhalte. Aehnliche Methoden wurden von ihm angewandt, um die Verhältniſſe des Lichts überhaupt zu meſſen *).

Melville's Unterſuchungen über die blauen Schatten, welche ſich von dunkeln Körpern des Morgens und Abends erzeugen, wenn die Atmoſphäre rein und heiter iſt, ſind auf keine Art ohne Intereſſe. Er ſchreibt dieſe Erſcheinungen dem Vermögen zu, welches die Atmoſphäre beſitzt, die ſchwächern und in einem höhern Grade brechbaren Lichtſtrahlen, die blauen, violetten und ſo weiter, zurück zu werfen. Nach dieſem Grundſatze erklärte er gleichfalls die blaue Farbe des Himmels und einige andre Naturerſcheinungen.

*) Eine genaue Beſchreibung von Bouguer's Inſtrumente ſehe man in Prieſtley's hiſt. of Optics, Par. VI. ſect. 7.

Dieſelbe Zeitperiode brachte Dollond's große Verbeſſerung in der Zuſammenſetzung der Teleſkope hervor. Dieſe beſteht darin, daß drey Gläſer von verſchiedenen Brechungskräften (aus Crown- und Flintglas) gebraucht werden, welche einander gegenſeitig verbeſſern. Die groſſe Zerſtreuung der Strahlen, welche das Flintglas verurſacht, iſt die Wirkung des Bleyes und ſteht mit der Menge dieſes Metalls im Verhältniß, welche zu der Zuſammenſetzung des Glaſes genommen wird. Martin fand, daß die Brechungskräfte verſchiedener Gläſer mit ihren ſpecifiſchen Schweren im Verhältniß ſtehen.

Verſchiedene Entdeckungen und Verbeſſerungen ſind ſeit Newton's Zeiten in demjenigen Theile der Optik, welcher ſich auf das Sehen unmittelbar bezieht, gemacht worden. Da dieſelben jedoch mit dem Hauptgegenſtande dieſes Kapitels eben nicht genau verwandt ſind, ſo kann ich nicht ausführlich davon handeln. Nur einer Entdekkung muß ich hier gedenken, weil ſie nicht blos an ſich merkwürdig iſt, ſondern weil ſie auch zu der Erklärung verſchiedener Umſtände in Beziehung auf das Sehen führte. Dela Motte, ein Danziger Naturforſcher, bemühte ſich einen Verſuch von Scheiner zu beſtätigen, wo ein entfernter Gegenſtand vielfach ſich zeigt, wenn man ihn durch verſchiedene mit der Spitze einer Nadel in einem Kartenblatte angebrachte Löcher betrachtet, welche von einander nur um den Durchmeſſer des Sehlochs abſtehen. Allein ſo viel er ſich auch Mühe gab, ſo wollte ihm doch der Verſuch nicht gelingen, bis von ungefehr ein Freund zu ihm kam, welchen er bath, gleichfalls einen Verſuch zu machen. Nun gelang derſelbe vollkommen. Dieſer Freund war kurzſichtig: und als er ein hohlgeſchliffenes Glas nahe an das Kartenblatt brachte, ſo zeigte ſich der Gegenſtand, welcher vorher vervielfältigt zu ſeyn ſchien, nur einfach.

Der letzte, obgleich nicht der unglücklichſte Liebhaber dieſes Theiles der Naturlehre iſt Delaval. In einem

Aufſatze, welchen er vor der philoſophiſchen Geſellſchaft zu Mancheſter im Jahr 1784. vorlas, ſuchte er mit ungemeinem Scharfſinne die permanenten Farben undurchſichtiger Körper zu erklären. Der größere Theil der Naturforſcher, welche von dem Lichte und den Farben handeln, ſezzen nach ſeiner Bemerkung voraus, daß gewiſſe Körper oder Oberflächen nur eine Art von Strahlen zurück werfen, und folglich die Erſcheinungen der Farben darſtellen; da hingegen ſucht Delaval durch eine große Mannigfaltigkeit gut ausgeſonnener Verſuche darzuthun, daß die Farben nicht durch zurück geworfenes, ſondern durchfallendes (transmitted light) Licht dargeſtellt werden. Dies bewies er dadurch, daß er gefärbte Gläſer und andere durchſichtige gefärbte Mittelkörper an der entferntern Oberfläche mit einer vollkommen undurchſichtigen Subſtanz bedeckte. So fand er, daß ſie keine Farbe weiter zurück warfen, ſondern vollkommen ſchwarz erſchienen. Er ſchließt hieraus, daß, da die Fibern oder Grundlagen aller vegetabiliſchen, mineraliſchen und thieriſchen Subſtanzen, wenn ſie von fremdartigen Materien gereinigt worden ſind, ſich vollkommen weiß zeigen, die Lichtſtrahlen in der That von dieſen weiſſen Theilchen durch gefärbte Mittelkörper, womit ſie bedeckt ſind, zurück geworfen werden; daß dieſe Mittelkörper dazu dienen, gewiſſe Strahlen in ihrem Durchgange durch ſie aufzufangen und zurückzuhalten, indeſſen ſie andern einen freyen Durchgang verſtatten, und in Gemäßheit dieſer Umſtände Farben hervorbringen. Er erläutert dies durch Halley's Beobachtung. Als dieſer Naturforſcher in der See tief untertauchte, fand er, daß der obere Theil ſeiner Hand, wenn er ſie in das Waſſer aus der Taucherglocke ausſtreckte, eine dunkelrothe Farbe zurückwarf, indeß der untere Theil vollkommen grün ausſah. Der Schluß daraus iſt, daß die brechbaren Lichtſtrahlen von Theilchen, die in dem Seewaſſer enthalten waren, aufgefangen und reflectirt, und folglich von dem untern Theile der Hand zurück geworfen wur-

den; da hingegen die rothen Strahlen, welchen der Durchgang durch das Waſſer verſtattet war, ſich auf die nehmliche Weiſe von dem obern Theile der Hand, welcher deshalb roſenroth erſchien, zurück werfen ließen. Delaval iſt der Meinung, daß diejenigen Mittelkörper, welche das gröſte Brechungsvermögen beſitzen, auch mit der gröſten Stärke gefärbtes Licht durchlaſſen.

Zweytes Kapitel.

Von der Natur des Lichts.

Verſchiedene Meinungen über die Wirkungen des Lichts. — Theorie von einem zitternden Mittelkörper, welchen des Cartes annahm u. ſ. w. — Einwendung gegen dieſe Theorie. — Licht beſteht aus unendlich kleinen, von den leuchtenden Körpern ausſtröhmenden Theilchen. — Unterſuchung in Anſehung der Identität des Lichts und des Feuers. — Boyle's Verſuche. — Warum Licht nicht allezeit mit Hitze verbunden iſt. — Geſchwindigkeit des Lichts. — Geradlinichte Bewegung des Lichts. — Lockerheit der Lichtmaterie. — Stärke oder Moment des Lichts. — Mitchells Verſuch. — Unterſuchung, in wie weit die Größe der Sonne durch die Ausſtröhmung der Lichtſtrahlen vermindert worden iſt. — Die Lichtmaterie iſt den gewöhnlichen Geſetzen der Natur unterworfen. — Licht wird von dem Bologneſer Leuchtſtein angezogen. — Eben dieſe Eigenſchaft beſitzen die Diamanten und andre Edelſteine. — Brechen der Lichtſtrahlen. — Zurückwerfen der Lichtſtrahlen. — Theorie der Farben.

Man hat nach und nach eine große Menge von Meinungen über dieſe wunderbare Flüſſigkeit angenommen. Bisweilen hat man ſie für eine beſondre für ſich beſtehende

Subſtanz, bisweilen für eine Qualität, bisweilen für eine Urſache, bisweilen für eine Wirkung angeſehen. Von einigen iſt ſie für eine zuſammengeſetzte, von andern für eine einfache Subſtanz gehalten worden. Des Cartes und andre Naturforſcher von hohem Anſehen haben ſich eingebildet, daß die Empfindung, welche wir von dem Lichte erhalten, lediglich den Schwingungen eines feinen Mittelkörpers, oder einer Flüſſigkeit zugeſchrieben werden müſſe, welche durch das Weltall verbreitet ſey und durch den Stoß der Sonne in Thätigkeit geſetzt werde. In dieſer Rückſicht betrachten ſie das Licht, als mit dem Schalle übereinſtimmend, welcher bekanntlich einzig und allein von den Stößen der Luft auf die Gehörnerven herrührt. Dieſe Meinung zu unterſtützen, hat man ſich ſogar noch vor kurzem darauf berufen *), erſtlich daß einige Diamanten, wenn man ſie reibt, oder erhitzt, im Dunkeln leuchten; zweytens daß ſich ein elektriſcher Funke nicht gröſſer, aber viel heller, als die Flamme eines Lichts hervorbringen läßt, und daß dennoch in einem ſolchen Falle kein Theil der elektriſchen Flüſſigkeit ſichtlicher Weiſe ſich nach entfernten Stellen begiebt, ſondern alles immer nach der Richtung geht, wohin es die Hand des Elektrikers leitet. Auch weiß man, daß ſtärkere oder ſchwächere Funken dieſer Flüſſigkeit durch ihre Farbe von einander abweichen: die ſtärkſten ſind weiß und die ſchwächſten ſind roth und ſo weiter.

Indeſſen giebt es gegen dieſe Meinung viele wichtige und in der That unbeantwortliche Einwendungen: erſtlich die Schnelligkeit des Schalles ſteht zu der Geſchwindigkeit des Lichts in einem ſehr geringen Verhältniſſe. Das Licht durchwandert in dem Zeitraume von acht Minuten eine Entfernung, welche der Schall nicht in ſiebzehn Jahren

*) Man ſ. Franklin's works und Prof. Boudoin's Memoir; Transact. of Amer. Academy Vol. I.

ten würde zurück legen können, und ſelbſt unſre Sinne können uns, wenn wir die Anzündung des Schiespulvers und dergleichen betrachten, von der faſt unendlichen Schnelligkeit des Lichtes in Vergleichung mit der Geſchwindigkeit des Schalles überzeugen.

Zweytens wenn das Licht ganz und gar auf den Schwingungen einer Flüſſigkeit beruhte, ſo ließe ſich keine gegründete Urſache angeben, warum dieſe Flüſſigkeit in der Nacht zu ſchwingen aufhören ſollte, da doch die Sonne beſtändig auf einen Theil der ſie umgebenden Flüſſigkeit wirken, folglich einen beſtändigen Tag hervorbringen müßte.

Drittens Lichter, Lampen und ſo weiter würden nach dieſer Hypotheſe völlig entbehrlich ſeyn, weil ja durch eine ſchnelle Bewegung der Hand, oder mittelſt einer zu dieſer Abſicht eingerichteten Vorrichtung Licht bey jeder Gelegenheit ſich leicht hervorbringen ließe.

Viertens würde nicht nach dieſer Theorie ein Lichtſtrahl durch eine kleine Oeffnung gelaſſen, die ganze in einem Zimmer befindliche Flüſſigkeit in Bewegung ſetzen? In der That wiſſen wir, daß ſich das Licht nur in geraden Linien fortpflanzt, da hingegen der Schall, welcher auf Schwingungen beruht, ſich nach allen Richtungen verbreitet.

Fünftens die Abſonderung oder Ausbreitung der Lichtſtrahlen mittelſt des Priſma läßt ſich nie erklären, wenn man die Theorie eines ſchwingenden Mittelkörpers annimmt.

Sechstens das Gewebe vieler Körper wird, wenn man ſie dem Lichte ausſetzt, wirklich verändert. Der Saft eines gewiſſen Schaalthieres erhält bekanntlich eine ſehr feine Purpurfarbe, wenn man ihn die Sonnenſtrahlen einſaugen läßt; und je ſtärker das Licht iſt, deſto vollkommener wird die Farbe. Stücken Tuch, welche man mit dieſer Flüſſigkeit angefeuchtet hat, werden, ſogar in einem Gla-

ſe eingeſchloſſen, purpurfarben, wenn nur das Sonnenlicht einen Zutritt dazu hat, hingegen erfolgt dieſe Wirkung durchaus nicht, wenn eine noch ſo dünne Metallplatte den Zutritt des Lichts verhindert. Eben ſo bleiben einige Silberzubereitungen, zum Beyſpiel Hornſilber, vollkommen weiß, wenn man ſie vom Lichte abhält; bekommen aber eine dunkle Purpurfarbe, wenn ſie dem Lichte ausgeſetzt werden. Sogar die Farbe der Pflanzen iſt von dem Lichte herzuleiten. Denn Pflanzen, welche an einem dunklen Orte wachſen, ſind vollkommen weiß. So wie das Licht die Farben mittheilt, ſo iſt es auch im Stande, dieſelben zu zerſtöhren. Jeder Leſer hat die Erfahrung machen müſſen, daß ſeidne Zeuge und andre Stoffe von zarten Farben durch die Wirkung des Lichts gar ſehr leiden. Man hat mit denſelben Stoffen Verſuche angeſtellt und ſie theils der Wärme und Feuchtigkeit zugleich an dunkeln Oertern, theils dem Lichte im leeren Raume an der Luftpumpe ausgeſetzt. Das Reſultat aller dieſer Verſuche war, daß die Veränderung der Farbe der Wirkung des Lichts zugeſchrieben werden müſſe *).

Siebentens mit Rückſicht auf das Leuchten der Diamanten und andrer Steine laſſen ſich dieſe Erſcheinungen leicht aus andern Grundſätzen erklären, und was die Gründe betrifft, welche ſich auf die nicht merkliche Verminderung des elektriſchen Funkens beziehen, ſo läßt ſich eine befriedigende Antwort darauf geben, wenn man nur die auſſerordentliche Lockerheit und die Kleinheit ſeiner Theilchen in Betrachtung zieht.

*) „Einige haben gemuthmaſet, daß die Sonnenſtrahlen diejenigen Theilchen der Körper, auf welchen die Farben beruhen, „zerſtreuen. Allein Boetius hat beobachtet, daß, wenn „man Bänder dem Lichte auf weiſſem Papiere ausſetzt, die „Farben auf beyden Seiten derſelben verſchwinden, ohne daß „man da, wo ſie gelegen haben, das geringſte findet". Man ſ. *Prieſtley's* Optics p. 381.

Die neuern Naturforſcher nehmen daher faſt allgemein an, daß das Licht aus einer Menge auſſerordentlich feiner Theilchen beſtehe, welche von dem leuchtenden Körper wirklich ausgeworfen werden und durch ihre Wurfkraft auf unſre Sehnerven wirken. Was aber die Natur dieſer Theilchen, oder vielmehr der Materie, aus welcher ſie beſtehen, anlangt, darüber ſind die Naturforſcher nicht ſo einſtimmig.

Sehr angeſehene Naturforſcher nehmen an, daß das Licht eine Subſtanz ſey, welche ſich von der Materie des Feuers gänzlich unterſcheide. Nach ihnen erregt das Licht, wenn man es durch ein Brennglas verdichtet hat, die Glühung blos durch ſeine mechaniſche Wirkung auf die Wärmematerie. Andre nicht minder berühmte Phyſiker haben behauptet, das Licht ſey nichts anders, als Feuer in einem fortſchießenden Zuſtande (projecti[illegible]). Nach der Meinung dieſer Männer wird Feuer durch die Anhäufung oder Verdichtung der Theilchen hervorgebracht; Licht hingegen iſt die Wirkung der ſchnellen fortſchießenden Bewegung derſelben Theilchen. Feuer oder Wärme kann daher in einem beträchtlichen Grade vorhanden ſeyn, wie man dies zuweilen bey Metallſtangen beobachtet, ohne daß es darum ſo weit entbunden ſeyn muß, um den fortſchieſſenden Zuſtand annehmen und aus dem brennenden Körper gewaltſam ausgeſtoßen werden zu können. Dieſelbe Materie kann auch in ihrem thätigen und fortſchießenden Zuſtande oder mit andern Worten unter der Geſtalt des Lichtes vorhanden, aber dabey zu ausgedehnt ſeyn, um die Empfindung des Brennens zu verurſachen, oder die Auflöſung irgend eines Körpers, oder die Trennung ſeiner Theile durch Verbrennung zu bewirken. Der großen Elaſticität der Feuermaterie, welche bey allen Erſcheinungen der Flüſſigkeit in die Sinne fällt, werden beyde Wirkungen zugeſchrieben. Wenn eine Menge dieſer Materie in irgend einen feſten Körper geleitet worden iſt, ſo veran-

laßt die Zurückſtoßung, welche zwiſchen den Theilchen derſelben Statt findet, die Auflöſung dieſes Körpers, und wenn ſie vollkommen frey und entbunden wird, ſo verurſacht dieſelbe Zurückſtoßung, daß eine Menge ihrer Theilchen mit einer ſchnellen fortſchießenden Kraft ausgeſtoſſen wird, wodurch die Wirkungen des Lichts hervorgebracht werden *).

Das Licht der Sonne betrachtet man „als dieſelbe Materie, welche durch dieſelben Kräfte in größerer Menge und mit mehr Stärke fortgeſtoßen wird **).“ Die Atmoſphäre, durch welche das Licht hindurch geht, wenn es von der Sonne zu uns kommt, iſt nach aller Wahrſcheinlichkeit unendlich reiner, als die unſrige. Folglich wird auch nach den Geſetzen der Bewegung die fortſchießende Kraft der Lichtſtrahlen auf ihrem Wege von der Urquelle des Lichtes und des Feuers ſehr wenig vermindert.

*) „Wenn wir betrachten, daß die Elaſticität luftförmiger Flüſ„ſigkeit von der Feuermaterie herrührt; daß eine Kanonenku„gel nur durch den Ueberſchuß der zurückſtoßenden Kräfte von „Theilchen dieſer Materie über die Kräfte, mit welchen ſie „von den groben Theilchen des Schießpulvers oder der wäh„rend der Verbrennung derſelben entbundenen Luftarten an„gezogen werden, fortgetrieben wird; daß die Geſchwindigkeit „der Kugel ohne Vergleich kleiner iſt, als ſie ſeyn würde, „wenn man die Kugel durch einen, keinen Widerſtand leiſten„den Mittelkörper ſchießen könnte; und daß ſelbſt dieſe letzte „Geſchwindigkeit bey weitem nicht derjenigen gleich kommen „würde, mit welcher die Theilchen der Feuermaterie in dem „erſten Augenblicke ihrer Befreyung von dem verbrennlichen „Körper, welcher ſie ſehr enge zuſammen hielt, fortgeſchoſſen „werden: ſo finden wir die bereits beſchriebenen natürlichen „Kräfte an und für ſich hinreichend, dieſe Theilchen mit aller „Schnelligkeit, welche man bey dem Lichte flammender Körper „auf der Erde beobachtet, und zu jeder Weite, bis zu welcher „man daſſelbe bemerkt, fortzutreiben.“ Man ſ. Higgins Obſervat. and exprim. p. 338.

**) A. a. O. S. 339.

Die Theorie, welche hier angenommen wird, ſcheint hauptſächlich auf der wichtigen Thatſache zu beruhen, daß die Sonnenſtrahlen, wenn man ſie mittelſt eines Brennglaſes verdichtet, alle Erſcheinungen und Wirkungen des Elementarfeuers hervorbringen. Indeſſen giebt es auch noch andre Thatſachen, welche dieſelbe Meinung beſtätigen. Iſaac Newton bemerkt, daß alle Körper, wenn ſie über einen gewiſſen Grad erhitzt worden ſind, Licht von ſich geben und leuchten. Licht begleitet gleichfalls das elektriſche Feuer, ſo oft ſich dieſes in einem entbundenen oder fortſchießenden Zuſtande befindet. Die Erfahrung lehrt ferner, daß die Einſaugung des Lichtes von den dunklerern Farben auf die Erzeugung der Wärme einen auſſerordentlichen Einfluß habe. Die hierher gehörigen Verſuche habe ich jedoch ſchon oben angeführt *).

Warum das Licht oder eigentlicher nach dieſer Theorie die Feuermaterie nicht immer wirkliche Wärme erzeugt, erklärt man aus der Kleinheit der Theilchen derſelben, und aus der auſſerordentlichen Lockerheit, welche die Flüſſigkeit vermöge ihrer Zurückſtoßungskraft anzunehmen im Stande iſt. Ich habe oben feſt geſetzt, daß das Licht ungemein verdichtet werden muß, um eine Glühung zu bewirken. Ein ebener Spiegel wirft das Licht in einem allzuzerſtreuten Zuſtande zurück: ein Hohlſpiegel hingegen ſammlet die Theilchen deſſelben in einen Punkt zuſammen, und iſt daher im Stande, eine Glühung zu bewerkſtelligen. Dennoch haben wir geſehen, daß das Licht des Mondes auch in einem höchſt verdichteten Zuſtande nicht den geringſten Wärmegrad hervorbringen kann, wenn man ſich auch der empfindlichſten Thermometer bedient. Das Licht, welches faulende Materien, Johanniswürmchen und einige andre Inſecten von ſich geben, ſtimmt in dieſer Rückſicht mit dem Lichte des Mondes überein. Es iſt zu ſchwach und zu locker, als daß es Wärme oder Glü-

*) Man ſ. B. 2. K. 2.

hung hervorbringen könnte. Auf dieſelbe Weiſe folgen die Lichtſtrahlen, wenn ſie durch einen durchſichtigen Mittelkörper gehen, einander in einer ungeheuren Entfernung *). Wenn man daher die durch das ſtärkſte Brennglas verdichteten Strahlen durch einen Kolben, worin Weingeiſt iſt, oder durch irgend eine andre durchſichtige entzündliche Subſtanz fallen läßt, ſo fängt die letztere kein Feuer. Wenn man aber irgend einen undurchſichtigen Körper, zum Beyſpiel einen Löffel, oder ein anderes Gefäß, unter dem Weingeiſte oder dem durchſichtigen Körper anbringt, auf welche Weiſe die Lichttheilchen durch die Unterlage verſchluckt und darin angehäuft werden, ſo wird der Weingeiſt oder die entzündliche Materie ſich unmittelbar entzünden. In Gemäßheit dieſer Grundſätze hat man gefunden, daß die Atmoſphäre nicht durch den bloßen Durchgang der Sonnenſtrahlen, ſondern hauptſächlich durch die Hitze erwärmt wird, welche die Erde in ſich ſammlet und von ſich an die Luft abgiebt. Aus dieſem Grunde iſt die Luft auf den Gipfeln hoher Berge immer kalt, weil dieſe über die allgemeine Oberfläche der Erde allzu ſehr erhöht ſind, als daß ſie einen merklichen Nutzen aus dieſem Umſtande ziehen könnten.

Betrachtet man dieſe Thatſachen unpartheiiſch, ſo muß man einräumen, daß das Syſtem, nach welchem das Licht eine Modifikation der Feuermaterie, oder eine Verbindung dieſes Elements mit irgend einem unbekannten Grundſtoffe iſt, zum mindeſten wahrſcheinlich ſey. Indeſſen iſt es zur Gewohnheit geworden, die Eigenſchaften des Lichtes an und für ſich, ohne Beziehung auf die Analogie deſſelben mit der Feuermaterie zu betrachten; und auf dieſe Weiſe werde ich gegenwärtig auch verfahren müſſen.

Die erſte merkwürdige Eigenſchaft des Lichtes iſt ſeine erſtaunenswürdige Schnelligkeit. In dem kurzen Zeitraume einer Secunde durchläuft ein Lichttheilchen eine Weite von hundert und ſiebenzig tauſend

*) Sie beträgt tauſend Meilen.

Meilen *). Dies iſt ohne Vergleich ſchneller, als ſich eine abgeſchoſſene Kanonenkugel bewegt; denn das Licht durchläuft in ungefehr acht Minuten einen Raum, zu deſſen Zurücklegung eine Kanonenkugel mit ihrer gewöhnlichen Schnelligkeit zwey und dreyſig Jahre nöthig haben würde **). Auch hat man gefunden, daß die Geſchwindigkeit des Lichts gleichförmig iſt, es mag nun urſprünglich, wie von den Fixſternen, oder nur zurückgeworfen, wie von den Planeten ſeyn.

Die Art und Weiſe, die Schnelligkeit des Lichts zu berechnen, iſt eher ein Gegenſtand der Aſtronomie, als der Naturlehre. Ich begnüge mich daher hier zu bemerken, daß durch mathematiſche Beobachtungen, welche man bey den Durchgängen, der Venus in den Jahren 1761 und 1769 machte, der Durchmeſſer der Erdbahn ungefehr hundert und drey und ſechzig Millionen, ſechs hundert und ſechs und dreyſig tauſend achthundert geographiſche Meilen groß gefunden worden iſt. Wenn alſo die Erde ſich auf derjenigen Seite ihrer Bahn befindet, welche dem Jupiter entgegen geſetzt iſt, ſo beobachtet man, daß eine Verfinſterung der Jupiterstrabanten, oder irgend eine andre Erſcheinung bey dieſen Planeten funfzehn bis ſechszehn Secunden ſpäter eintritt, als der Fall ſeyn würde, wenn ſich die Erde auf der dem Jupiter am nächſten gelegenen Seite ihrer Bahn befände ***). Aus Bradley's ſehr genauen Beobachtungen folgt, daß das Licht der Sonne in acht Minuten und zwölf Secunden von dieſem leuchtenden Weltkörper zur Erde gelangt.

Die nächſte Eigenſchaft des Lichtes, welche unſre Aufmerkſamkeit verdient, beſteht darin, daß daſſelbe von

*) Man ſ. *Nicholſon's* philoſoph. Vol. I. p. 258.

**) Man ſ. Nicholſon a. a. O. Seite 257.

***) Man ſ. Newton's Optics Lib. II. P. 3. prop. 11. *Prieſtley's* Optics p. 140. *Nicholſon's* philoſophy Vol. I. p. 136.

jedem leuchtenden oder ſichtbaren Körper nach allen Richtungen ausgeht, und ſich beſtändig in geraden Linien bewegt. Es fällt in die Augen, daß die Lichttheilchen ſich immer in geraden Linien bewegen müſſen. Denn ſie gehen nicht durch ein gekrümmtes Rohr, und wenn ein Lichtſtrahl durch irgend einen Zwiſchenkörper zum Theil aufgefangen wird, ſo wird der Schatten dieſes Körpers durch gerade Linien begränzt, welche von dem leuchtenden Körper herkommen und auf die den Zwiſchenkörper einſchlieſſenden Linien treffen. Giebt man dies zu, ſo iſt offenbar, daß die Lichtſtrahlen aus leuchtenden Körpern nach jeder Richtung gehen müſſen. Denn die Entfernung, in welcher ſich ein Zuſchauer von einem ſichtbaren Gegenſtande befindet, mag ſo groß ſeyn, als ſie immer will, ſo iſt ihm doch jeder nach ihm zugekehrte Punkt der Oberfläche ſichtlich, was unter andern Umſtänden nicht möglich wäre.

Die Lockerheit des Lichts und die Kleinheit ſeiner Theilchen ſind nicht weniger merkwürdig, als ſeine Geſchwindigkeit. In der That hätte der Schöpfer nicht die Lichttheilchen unendlich klein geſchaffen, ſo würde ihre auſſerordentliche Schnelligkeit im höchſten Grade zerſtöhrend ſeyn. Es iſt dargethan, daß ſich das Licht ungefehr zwey Millionen Mal ſo ſchnell als eine Kanonenkugel bewegt *). Die Kraft, mit welcher ſich bewegende Körper aufſtoßen, ſteht im Verhältniß ihrer Maſſen, mit ihren Geſchwindigkeiten multiplicirt. Wenn folglich die Lichttheilchen am Umfang dem zwey millionſten Theile eines Sandkorns gleich wären, ſo würden wir ihren Stoß eben ſo wenig

*) Eine Kanonenkugel fliegt mit einer Schnelligkeit von ungefehr einer Meile in acht Secunden. *Nicholſon's philoſ.* Vol. I. p 257. Während der letzten Belagerung von Gibraltar gab es da zwey Jungen, welche ſich immer auf den Werken befanden und deren ſcharfes Geſicht ſie in den Stand ſetzte, die Arbeiter von der Annäherung einer Kugel aus den feindlichen Werken zu benachrichtigen. Man ſ. *Drinkwater's* Gibralt,

zu ertragen im Stande ſeyn, als den Stoß einer Ladung Sand, welche aus einer Kanone geſchoſſen wird' *).

Die Kleinheit der Lichtſtrahlen läßt ſich gleichfalls aus der Leichtigkeit folgern, womit ſie Glas, Kryſtall und andere feſte Körper, welche ihre Zwiſchenräumchen in einer geradelinichten Richtung beſitzen, und zwar ohne die geringſte Verminderung ihrer Schnelligkeit durchdringen. Einen Beweis dafür giebt auch der Umſtand ab, daß ſie nicht im Stande ſind, das kleinſte Theilchen von mikroſkopiſchem Staube, oder von ähnlichen feinen Materien, worauf ſie in ihrem Wege ſtoßen, aus ſeiner Lage zu bringen. Man kan noch einen Beweis hinzu fügen: wenn man nehmlich ein Licht anzündet und kein Hinderniß da iſt, wodurch die Strahlen deſſelben aufgefangen werden können, ſo erfüllt es den ganzen Raum innerhalb zwey Meilen um ſich herum faſt augenblicklich, und bevor es den geringſten in die Sinne fallenden Theil ſeiner Subſtanz verlohren hat **).

Der Schnelligkeit, mit welcher ſich die Lichttheilchen bekanntlich bewegen, kann man großentheils die auſſerordentliche Lockerheit und Feinheit dieſer Flüſſigkeit zuſchreiben. Es iſt eine allgemein bekannte Thatſache, daß die Wirkung des Lichtes auf das Auge nicht augenblicklich iſt, ſondern eine beträchtliche Zeit fortdauert ***). Nun läßt ſich kaum ein kleinerer Zeittheil gedenken, als der hundert und funfzigſte Theil einer Secunde. Wenn alſo ein leuchtender Punkt auf der Oberfläche der Sonne hundert und funfzig Lichttheilchen in einer Secunde von ſich giebt, ſo läßt ſich ſchließen, daß dies hinreichend iſt, dem Auge ohne eine merkliche Unterbrechung Licht zu geben; und dennoch iſt die Schnelligkeit, mit welcher ſich das Licht bewegt, ſo groß, daß dieſe Theilchen immer noch wenigſtens ein

*) Man ſ. *Nicholſon's* philoſ. Vol. I. p. 257.

**) Man ſ. *Enfield's* philoſophy p. 131.

***) Man ſ. *Nicholſon's* philoſoph. Vol. I. p. 258.

tauſend Meilen von einander entfernt ſind *). Fände nicht dieſe auſſerordentliche Feinheit der Flüſſigkeit Statt, ſo würde es durchaus nicht möglich ſeyn, daß die Theilchen, wie doch die Erfahrung lehrt, ſich nach allen Richtungen bewegen könnten, ohne ſich einander in ihrem Wege zu hemmen. Aller Wahrſcheinlichkeit nach ſteht der Glanz aller ſichtbaren Gegenſtände im Verhältniß mit der größern oder geringern Anzahl der Lichttheilchen, welche ihre Oberfläche in einem gegebenen Zeitraume von ſich giebt oder zurückwirft, und wenn wir ſogar annehmen, daß dreyhundert Lufttheilchen ſich nach und nach von der Oberfläche der Sonne in einer einzigen Secunde los machen, ſo werden dieſe Theilchen auf einander immer noch in der ungeheuren Entfernung von mehr als fünfhundert Meilen folgen.

Daß inzwiſchen das Licht nicht ohne Kraft oder Moment iſt, hat Mitchel's oben angeführter Verſuch auſſer Zweifel geſetzt **). Auf dieſen Verſuch gründet ſich folgende Berechnung. Wog das Inſtrument zehn Gran, und betrug die Geſchwindigkeit, womit es ſich bewegte, einen Zoll in einer Secunde, ſo war die Menge Materie in den Strahlen, welche auf das Inſtrument in dieſer Zeit fielen, dem zwölfhundert millionſten Theile eines Grans gleich, indem die Geſchwindigkeit des Lichts die Schnelligkeit, womit ſich das Inſtrument bewegte, in dieſem Verhältniſſe übertraf. Das Licht wurde in dieſem Verſuche von einer Oberfläche von ungefehr drey Quadratfuß geſammlet. Da nun dadurch blos die Hälfte des darauf fallenden Lichtes zurück geworfen wird, ſo beträgt die Menge Materie in den Sonnenſtrahlen, welche auf eine Oberfläche von einem und einem halben Quadratfuß fallen, nicht mehr als ein zwölfhundert millionſtes Theilchen eines Granes. Nun iſt die Dichtigkeit der Lichtſtrahlen auf der Oberfläche der Sonne größer, als auf der Erde im Ver-

*) Man ſ. *Prieſtley's* Optics p. 385.

**) Man ſ. oben B. 2. Kap. 2.

hältniß von 45000 : 1. Es muß alſo von einem Quadratfuß der Oberfläche der Sonne in einer Secunde der vierzigtauſendſte Theil eines Granes von Lichtmaterie ausſtrömen, um den Lichtverbrauch zu erſetzen; das iſt ein wenig mehr, als zwey Gran jeden Tag, oder ungefehr vier Millionen ſieben hundert zwey und funfzig tauſend Gran, oder ſechs hundert und ſiebenzig Pfund in ſechstauſend Jahren, wodurch der Durchmeſſer der Sonne ungefehr zehn Fuß kleiner geworden wäre, wenn die Materie dieſes Weltkörpers nur die Dichtigkeit des Waſſers hätte *).

Wir ſehen alſo, wie wenig man Grund hat zu fürchten, daß der Sonnenkörper durch den Verbrauch der Lichtmaterie erſchöpft werden möchte, wenn man die Unermeßlichkeit ſeines Durchmeſſers, acht hundert und acht und ſiebzig tauſend, acht hundert und acht engliſche Meilen in Erwägung zieht. Inzwiſchen iſt es nicht unmöglich, daß es Mittel giebt, wodurch die Sonne in den Stand geſetzt wird, einen Theil des Lichtes oder Feuers, welches ſie unaufhörlich ausſtrömen läßt, wieder zu erhalten. Es iſt nicht unmöglich, daß dieſe Erde und die andern Planeten das Vermögen beſitzen, einen gewiſſen Antheil ihres Lichtes innerhalb des Anziehungskreiſes der Sonne wieder zurück zu werfen, oder daß auch die Fixſterne oder Sonnen einander einigermaßen ihr Licht erſetzen können. Bey dem allen ſind wir nicht berechtiget anzunehmen, daß unſre Erde, oder das Syſtem, von welchem ſie einen Theil ausmacht, zu einer ewig währenden Dauer beſtimmt ſey. Ohne Zweifel ſteht ihre Fortdauer mit dem Entzwecken, zu deren Erreichung ſie beſtimmt iſt, im Verhältniß. Was aber den Zeitpunkt, wo ſie zu ſeyn aufhören wird, anbetrift, ſo giebt es keine Kette von moraliſchen oder phyſiſchen Schlußfolgen, welche uns zu einem befriedigenden Reſultate über dieſen Punkt leiten könnte.

*) Man ſ. *Prieſtley's* Optics p. 389.

Ungeachtet der Kleinheit der Lichttheilchen und der bewunderungswürdigen Schnelligkeit, womit ſie fortſchieſſen, zeigen doch mancherley Verſuche, daß ſie denſelben Geſetzen der Anziehung und Zurückſtoßung, welchen alle andre Körper folgen, unterworfen ſind. Zu Folge dieſes Grundſatzes haben die meiſten Naturforſcher die Erſcheinungen des Bologneſer Steins und der ſogenannten Sonnenphoſphore erklärt.

Von der Entdeckung des Bologneſer Leuchtſteins habe ich, nach Lemery's Nachrichten bereits umſtändlich gehandelt. Indeſſen ſchränkt ſich die Eigenſchaft, Licht einzuſaugen und wieder von ſich zu geben, nicht blos auf eine Art ein, ſondern iſt allen Abänderungen desjenigen Minerals gemein, welches den Nahmen Schwerſpath führt.

Das Licht, welches dieſe Subſtanzen von ſich geben, iſt demjenigen, welches ſie eingeſaugt haben, ähnlich. Im Allgemeinen iſt der leuchtende Phoſphor roth. Wenn man ihn aber einem ſchwachen Lichte ausgeſetzt hat, oder wenn man es durch Stücke weiſſes Papier hat fallen laſſen, ſo leuchtet er mit einem blaß weiſſen Lichte *).

Ich habe bereits oben bemerkt **), daß man einen künſtlichen Phoſphor aus allen Subſtanzen zubereiten kann, welche ſich durch bloßes Verbrennen, oder durch Auflöſung in der Salpeterſäure in einen Kalk verwandeln laſſen. Indeſſen lehrt die Erfahrung, daß manche Demante, desgleichen Smaragde und andre Edelgeſteine dieſelbe Eigenſchaft beſitzen, ohne chemiſch dazu vorbereitet werden zu müſſen; und man hat gefunden, daß ein Demant ſein Vermögen zu leuchten behielt, nachdem er ſechs Stunden lang in Wachs eingeſchloſſen gelegen hatte ***). In der That hat Beccaria beobachtet, daß faſt alle natürliche Kör-

*) Man ſ. Prieſtley a. a. O. S. 363. 364.

**) Man ſ. das erſte Kapitel dieſes Buchs.

***) Man ſ. Prieſtley a. a. O. S. 367.

per im Stande ſind, Licht einzuſaugen, und im Dunkeln wieder von ſich zu geben. Jedoch konnte er den Metallen und dem Waſſer nicht den geringſten Grad dieſer Eigenſchaft mittheilen; allein er fand, daß, obgleich das Waſſer ſich in ſeinem flüſſigen Zuſtande zum Leuchten im Dunkeln nicht bringen ließ, dennoch Eis und Schnee dies Vermögen in einem merklichen Grade äuſſerten *).

Das Licht, welches faulende Subſtanzen und faules Holz von ſich geben, desgleichen der Schein der Irrlichter und andrer ähnlich leuchtender Meteoren rührt von einer verſchiedenen Urſache her. Ich werde davon an einer andern Stelle dieſes Werks handeln, wo dieſer Gegenſtand eigentlich hingehört.

Auf den Grundſatz der Anziehung hat Newton gleichfalls eine der auſſerordentlichſten Erſcheinungen des Lichtes zurück geführt, auf welcher die Optik im eigentlichen Sinne ganz vorzüglich beruht, und auf welche ſich die Zuſammenſetzung der meiſten üblichen optiſchen Werkzeuge gründet. Ich ſpreche hier von der ſogenannten Brechung des Lichts, oder von derjenigen Abweichung oder Beugung, welche die Lichtſtrahlen erleiden, indem ſie in ſchiefer Richtung aus dem einen Mittelkörper in einen andern, zum Beyſpiel aus Luft in Waſſer, Glas und ſo weiter treten. Dieſe Brechung läßt ſich aber nur dann beobachten, wenn das Licht durchſichtige Mittelkörper durchdringt. Dieſe Mittelkörper muß man, ſie mögen nun feſt oder flüſſig ſeyn, als Maſſen betrachten, deren Zwiſchenräumchen, die ſich in geraden Linien nach allen Richtungen erſtrecken, entweder, nach Des Cartes und Huyghens Meinung, mit der Lichtmaterie angefüllt, oder, nach Newton's Theorie, ſo gelegen ſind, daß

*) Man ſ. Prieſtley a. a. O. S. 368. 369. 370. Die Natur dieſer Lichtſauger werde ich ausführlicher an der gehörigen Stelle im fünf und dreyſigſten Kapitel des ſechsten Buches erklären.

ſie dem Lichte den Durchgang nach geraden Linien verſtatten.

Es giebt zwey Umſtände, welche bey dem Uebergange der Lichtſtrahlen aus einem Mittelkörper in einen andern erwogen werden müſſen. Der erſte iſt die Natur des Mittelkörpers; der zweyte die Schiefe der Strahlen gegen die ebene Fläche, welche die zwey Mittelkörper von einander trennt.

Erſtens je dichter der brechende Mittelkörper oder derjenige, in welchen der Strahl tritt, iſt, deſto größer iſt auch die brechende Kraft deſſelben; und unter zwey brechenden Mittelkörpern von einerley Dichtigkeit beſitzt derjenige, welcher von einer fetten oder entzündlichen Beſchaffenheit iſt, ein ſtärkeres Brechungsvermögen, als der andre.

Zweytens der Brechungswinkel beruht auf der Schiefe der Strahlen, welche auf die brechende Oberfläche auffallen. Immer iſt er ſo beſchaffen, daß der Sinus des Einfallswinkels zu dem Sinus des gebrochenen Winkels in einem gegebenen Verhältniſſe ſteht.

Der Einfallswinkel iſt derjenige Winkel, welchen ein Lichtſtrahl und eine Linie machen, die man ſenkrecht auf die brechende Oberfläche in dem Punkte, wo das Licht in die Oberfläche tritt, zieht; und der gebrochene Winkel heißt derjenige, welchen der Lichtſtrahl in dem brechenden Mittelkörper mit demſelben verlängerten Perpendikel macht. Der Sinus des Winkels iſt eine Linie, welche dazu dient, den Winkel zu meſſen. Man zieht ſie von einem Punkte in dem einen Schenkel ſenkrecht in den andern.

Wenn ein Lichtſtrahl aus einem lockern Mittelkörper in einen dichten oder aus einem dichten in einen noch dichtern übergeht, ſo wird er nach dem Perpendikel zu gebrochen; geht er im Gegentheil aus einem dichten Mittelkörper in einen lockern, oder aus einem lockern in einen noch lockerern, ſo geſchieht die Brechung vom Perpendikel weg.

Findet ſich alſo das Auge in einem lockerern Mittelkörper, ſo kommt ein Gegenſtand, welcher in einem dichtern Mittelkörper durch einen in einer ebenen Oberfläche gebrochenen Lichtſtrahl geſehen wird, größer vor, als er von Natur iſt. So erſcheinen Dinge unter Waſſer einem Auge in der Luft größer, als auſſerhalb des Waſſers und umgekehrt *).

Dieſen Geſetzen der Brechung iſt der Unterſchied zwiſchen dem wirklichen und dem ſcheinbaren Aufgange der Sonne, des Mondes und der Sterne über den Horizont zuzuſchreiben. Die Horizontalbrechung beträgt ein wenig mehr, als einen halben Grad; daher erſcheinen die Sonne und der Mond über dem Horizonte, wenn ſie ſich noch ganz unter demſelben befinden. Von dem Horizonte an bis zum Scheitelpunkte nimmt die Brechung beſtändig ab. Der Grad der Brechung wächst durch die Dichte der Luft, und iſt folglich in kalten Ländern größer, als in warmen. Auch wird er durch den Grad der Kälte oder Wärme in einem und demſelben Lande beſtimmt.

Nach dem Grundſatze der Brechung des Lichts werden alle dioptriſchen Werkzeuge zuſammen geſetzt **). Da die Brechung deſto größer iſt, je größer die Schiefe iſt, mit welcher ein Lichtſtrahl auf einen dichten durchſichtigen Körper trifft, ſo erhellt, daß wenn eine Menge Strahlen ſich in einer geraden Linie fort bewegt, und in einen Körper von irgend einer, der ſphäriſchen ſich nähernden Form tritt, nur ein einziger Strahl, nehmlich derjenige, welcher im Mittelpunkte eintritt, nach einer geraden Richtung fortgeht; alle übrige Strahlen ſtoßen auf den Körper mehr oder weniger ſchief, und erleiden folglich nach Verhältniß eine größere oder geringere Brechung, weil in einem dichten Körper von einer ſolchen Geſtalt die Lichtſtrahlen

*) As things ſeem large which we through miſts deſcry,
Dulneſs is ever apt to magnify.
Pope.

**) Von διὰ, durch, und ὄπτομαι, ich ſehe.

alle nach dem Mittelſtrahle zu einwärts gebrochen oder gebeugt werden, ſo giebt es einen Punkt, wo ſie alle zuſammen treffen müſſen, und dieſer Punkt wird der Brennpunkt genannt. In dieſem Punkte durchkreuzen ſie folglich einander und gehen in demſelben Verhältniſſe wieder aus einander. Denn es iſt die Eigenſchaft des Lichts, ſich beſtändig in geraden Linien fort zu bewegen, was es auch übrigens für eine Richtung annehmen mag. Wenn die Lichtſtrahlen durch ein Glas oder eine Linſe, welche auf beyden Seiten gleich erhaben iſt, hindurch gehen, ſo iſt die Weite des Brennpunktes, oder desjenigen Punktes, wo die Strahlen auf einander treffen, dem Halbmeſſer der Erhabenheit des Glaſes gleich, das heißt, die Hälfte des Durchmeſſers desjenigen Kreiſes, wovon die Erhabenheit der Linſe ein Bogen iſt. Da ſich die Lichtſtrahlen, nachdem ſie durch den Brennpunkt hindurch gegangen ſind, einander durchkreuzen, ſo iſt offenbar, daß jedes Bild, welches man durch eine Linſe jenſeits der Brennweite ſieht, ſich umgekehrt zeigen müſſe. Die Sache läßt ſich durch einen leichten Verſuch darthun. Man halte zum Beyſpiel eine Linſe oder ein Vergrößerungsglas zwiſchen ein Licht und einem an der Wand aufgehangenen Bogen Papier in der gehörigen Entfernnng, ſo wird man das Bild des Lichtes auf dem Papier umgekehrt wahrnehmen. Die Urſache dieſer Erſcheinung leuchtet in die Augen; denn man ſieht leicht ein, daß die obern Strahlen nach der Brechung diejenigen ſind, welche von dem untern Theile des leuchtenden Körpers, und die untern Strahlen die, welche von der Spitze deſſelben herkommen. Folglich werden die Strahlen, ohne daß es dem Bilde ſchadet, blos umgekehrt.

Nach denſelben Grundſätzen werden gleichlaufende Strahlen, wenn ſie gerade durch ein Hohlglas hindurch gehen, aus einander fahren, oder durch die Brechungskraft nach auſſen zu gebeugt werden. Dieſes geſchieht genau im Verhältniß der Höhlung, das iſt, im Verhältniß

der

der Schiefe, unter welcher ſie auf das Glas treffen; und der Punkt der Divergenz oder ihr ſogenannter negativer oder virtueller Brennpunkt ſteht mit der Höhlung des Glaſes in eben dem Verhältniſſe, wie im vorhergehenden Falle. Zuſammen fahrende Strahlen, welche durch ein Hohlglas gehen, werden gleichfalls aus ihrer Richtung verhältnißmäſig weggebogen, und vereinigen ſich nicht ſobald in einen Brennpunkt, als ſie ſonſt gethan haben würden.

In dem mittlern Theile des menſchlichen Auges hinter dem Sehloche findet ſich eine vollkommene erhabene Linſe von einer hellen, durchſichtigen, gelblichen Materie, welche den Nahmen der Kryſtalfeuchtigkeit führt. Durch dieſen Körper werden die Lichtſtrahlen genöthigt, in einen Punkt zuſammen zu laufen, und ſich einander dermaßen zu durchkreuzen, daß ſie auf den Sehnerven, welcher ſich auf dem hintern Theile des Augapfels ausbreitet und daſelbſt die Netzhaut genennt wird, ein kleines umgekehrtes Bild des geſehenen Gegenſtandes darſtellen. Die ſcheinbare Größe der Gegenſtände hängt folglich von der Größe des umgekehrten Bildes, oder mit andern Worten, von der Größe des Winkels ab, welchen die Lichtſtrahlen machen, indem ſie von den Enden des Gegenſtandes in das Auge treten. Aus dieſer Urſache vergrößern erhabene Linſen. Denn da die von dem Gegenſtande herkommenden und durch die Linſe gehenden Strahlen genöthigt werden, ſchneller zuſammen zu fahren, als ſie ſonſt thun würden, ſo wird dadurch der Winkel größer und der Gegenſtand gewinnt ſcheinbar an Umfang, oder kommt uns näher vor, als wenn man ihn mit unbewaffneten Augen betrachtet. Aus demſelben Grunde verurſacht eine hohlgeſchliffene Linſe, daß uns ein Gegenſtand kleiner oder entfernter zu ſeyn ſcheint. Denn weil ſie die Lichtſtrahlen aus einander zu fahren nöthiget, ſo wird der Sehwinkel verhältnißmäſig kleiner.

Das Licht iſt nicht blos dem Geſetze der Anziehung, ſondern auch dem der Zurückſtoßung unterworfen; mit andern Worten, es wird von allen Körpern, welche nicht durchſichtig ſind, zurückgeſtoßen oder zurückgeworfen.

Auch bey der Zurückwerfung bemerkt man, daß das Licht in geraden Linien fortgeht, und der Zurückwerfungswinkel dem Einfallswinkel gleich iſt, das heißt, wenn ein Lichtſtrahl ſchief auf einen Spiegel auffällt, ſo wird er regelmäſig mit demſelben Grade der Schiefe, womit er kam, zurückgeworfen. Wenn alſo ſphäriſche Körper das Licht zurückwerfen, ſo werden die Lichtſtrahlen eben ſo zuſammen oder auseinander fahren, als wenn ſie durch Körper von ähnlicher Geſtalt hindurch gehen, nur mit dem Unterſchiede, daß die Wirkung umgekehrt iſt. Daher werden Lichtſtrahlen, welche ein Hohlſpiegel zurückwirft, ſich in einem Brennpunkt vereinigen, deſſen Entfernung mit dem Grade der Höhlung des Spiegels im Verhältniß ſteht.

Indem man die Lichtſtrahlen verdichtet, oder eigentlicher zu reden, in einen Brennpunkt vereinigt, erzeugt man Hitze. Folglich iſt eine jede hohlgeſchliffene Linſe, ſo wie jeder Hohlſpiegel, ein Brennglas, und der Brennpunkt iſt derjenige Punkt, wo die Hitze am ſtärkſten iſt.

Bey dem allen iſt das Licht keine ſo einfache Subſtanz, als man wohl vermuthen ſollte, wenn man ſeine allgemeinen Wirkungen nur oberflächlich betrachtet. In der That findet man, daß es aus Theilchen beſteht, welche verſchiedene Grade der Brechbarkeit beſitzen, das heißt, einige davon laſſen ſich, indem ſie durch gewiſſe Mittelkörper gehen, ſtärker, als andre, brechen. Aus dieſem Grunde nehmen die Naturforſcher an, daß ſie in der Größe von einander abweichen. Das gewöhnliche optiſche Werkzeug, welches man Priſma nennt, iſt ein dreyeckiges Stück Glas, vermittelſt deſſen man dieſe Sache auſſer Zweifel ſetzen kann. Wenn man nehmlich einen Strahlenbüſchel hindurch gehen

läßt, ſo zeigt es ſich, daß die Strahlen da, wo ſie aus dem Priſma wieder heraus kommen, einander nicht mehr parallel ſind, ſondern auf der gegenüber ſtehenden Wand, oder irgend einer ebenen Fläche, mit welcher man ſie auffängt, ein längliches, verſchiedentlich gefärbtes Bild darſtellen. Hieraus folgt denn natürlich, daß einige Strahlen oder Lichttheilchen ſich mehr, als andre brechen laſſen.

Das Bild, welches ſich ſo darſtellt, iſt vielleicht der ſchönſte Gegenſtand, welchen irgend ein phyſiſcher Verſuch hervorbringen kann. Der untere Theil, welcher aus den am wenigſten brechbaren Strahlen beſteht, iſt ein lebhaftes Roth, welches höher oben durch unmerkliche Abſtufungen oraniengelb wird. Das Oraniengelbe geht auf dieſelbe Weiſe in das Gelbe, das Gelbe in das Grüne, das Grüne in das Blaue über, worauf ein dunkeles oder Indigoblau, und zuletzt ein ſchwaches Violet folgt.

In den folgenden Kapiteln werde ich von der Zurückwerfung und Brechung des Lichtes ausführlicher und gründlicher handeln. Da aber dieſer Gegenſtand nicht ſo leicht zu überſehen iſt, ſo ſchienen mir dieſe vorläufigen Bemerkungen nothwendig, um ihn für die Leſer leichter und verſtändlicher zu machen.

Drittes Kapitel.

Von der Zurückwerfung der Lichtſtrahlen (reflexio).

Der Zurückwerfungswinkel (angulus reflexionis) iſt dem Einfallswinkel (angulus incidentiæ) gleich. — Zurückwerfung von ebenen Oberflächen. — Von ſphäriſchen Oberflächen. — Erklärung der Erſcheinungen der Hohlſpiegel. — Von Entwerfung der Figuren, welche dieſe Hohlſpiegel vor dem Glaſe machen. — Gebrauch der Convexſpiegel für Reiſende. —

Es iſt bereits dargethan worden, daß die Lichtſtrahlen, welche von irgend einem leuchtenden Körper ausgehen, ſich immer in geraden Linien bewegen, wofern nicht dieſe Richtung oder Bewegung durch gewiſſe Umſtände *), welche nun umſtändlicher zu betrachten ſind, verändert oder zerſtöhrt wird. Die Richtung der Lichtſtrahlen wird durch Zurückwerfung, Brechung und Beugung verändert, und ihre Bewegung durch Einſaugung zerſtöhrt. Der Deutlichkeit und Ordnung wegen will ich zuerſt die Natur der Zurückwerfung unterſuchen.

Ein gemeiner Verſuch der Kinder, welche ein Stück Glas gegen die Sonne halten und ſo das Sonnenbild an verſchiedene Stellen nach Willkühr hinwerfen, giebt zu

*) Dies iſt der Grundſatz, auf welchem alles Räſonnement in Beziehung auf die Optik beruht; und nach demſelben ſind alle Linien und Figuren, auf welche ich mich in den folgenden Seiten berufen werde, gezogen worden.

erkennen, daß die Lichtſtrahlen durch gewiſſe Körper zurückgeworfen werden können. Durch genauere Verſuche hat man gefunden, daß, wenn ein Lichtſtrahl von einer Oberfläche zurückgeworfen wird, der Einfallswinkel dem Zurückwerfungs-Winkel gleich iſt.

Unter dem Einfallswinkel verſteht man denjenigen Winkel, welchen der Lichtſtrahl mit einer Linie macht, die auf die zurückwerfende Oberfläche in dem Punkte, wo der Strahl auffällt, ſenkrecht gezogen wird, und unter dem Zurückwerfungswinkel denjenigen, welchen der Lichtſtrahl mit derſelben ſenkrechten Linie auf der andern Seite einſchließt. Es ſey Tafel I. Fig. 1. Q ein Punkt, von welchem auseinander fahrende Strahlen auf die zurückwerfende Oberfläche AB fallen. QD und QE ſeyen zwey einfallende Strahlen. In D, E ziehe man die ſenkrechten Linien DC, EF auf AB, und mache die Winkel CDG, HEF gleich den Winkeln QDC, QEF, ſo werden die Strahlen QD, QE von der Oberfläche nach den Richtungen DG, EH zurückgeworfen.

Da man bis jetzt keine ſo vollkommen ebene Oberfläche gefunden hat, welche nicht einige Ungleichheiten haben ſollte, die ſich vermittelſt eines Vergrößerungsglaſes entdecken laſſen, und da dennoch dieſe Unebenheiten dem ſo entdeckten Geſetze der Zurückwerfung der Lichtſtrahlen keinen Eintrag thun, ſo hat man den allgemeinen Schluß gemacht, daß die Kraft, welche dieſe Aenderung in der Richtung der Strahlen verurſacht, in einer kleinen Entfernung von der Oberfläche wirkt.

Der Punkt Q, von welchem die Strahlen auseinander fahren, heißt der Brennpunkt auseinander fahrender Strahlen; und weil nach der Zurückwerfung die Strahlen von einem Punkte hinter der Oberfläche auseinander gefahren zu ſeyn ſcheinen, ſo nennt man den letztern Punkt den Brennpunkt der zurückgeworfenen Strahlen. Um dieſen Punkt zu finden, verlängere man die Linien GD, HE,

bis ſie die ſenkrechte Linie von Q auf die zurückwerfende Oberfläche, die nöthigen Falls auch zu verlängern iſt, ſchneiden. Es ſey QMq dieſe ſenkrechte Linie, auf welche GD in q trifft. Da nun QDC dem Winkel GDC, und QDM dem Winkel GDE; GDE aber dem Winkel MDq gleich iſt, ſo ſind in den zwey Dreyecken QDM, MDq zwey Winkel des einen zweyen Winkeln des andern gleich, und eine Seite MD beyden gemein, folglich iſt auch QM ſo groß als Mq. Eben dieſes läßt ſich auch von dem Durchſchnitte der Linien HEq und QMq ſagen, folglich iſt der Brennpunkt der von einer ebenen Fläche zurück geworfenen Lichtſtrahlen eben ſo weit hinter der Fläche, als der Brennpunkt der auseinander fahrenden Strahlen ſich vor derſelben befindet *).

Wenn die Lichtſtrahlen, anſtatt von einem Punkte herzukommen, ſich von mehrern her verbreiten, ſo laſſen ſich die zuſtimmenden Brennpunkte auf dieſelbe Weiſe finden. QR (Fig. 2) ſey eine Oberfläche, aus deren jedem Punkte man ſenkrechte Linien auf die zurückwerfende Fläche, wie vorher, zieht, ſo iſt qr das Bild QR, oder alle von QR ſich verbreitende Strahlen werden ſo zurückgeworfen, als ob ſie von qr herkämen.

Ein jeder Gegenſtand, welchen man vor eine zurückwerfende Oberfläche bringt, hat ein ihm zuſtimmendes Bild. Iſt der Gegenſtand eine ebene Oberfläche, ſo iſt das Bild gleichfalls eine ähnliche ebene Fläche: iſt er hingegen eine krummlinige Oberfläche, ſo entſpricht auch ſein

*) Dem gewöhnlichen Leſer, welcher keine Vorkenntniſſe von der Naturlehre beſitzt, wird ein Theil dieſes Kapitels verwickelt und ſchwer vorkommen. Man erinnere ſich aber, daß darin einige der ſchwerſten Aufgaben der Phyſik enthalten ſind. Da ich ſie nicht mit Stillſchweigen übergehen durfte, ſo habe ich ſie ſo deutlich zu machen geſucht, als die Natur der Sache es nur erlauben wollte.

Bild dieſer Beſchaffenheit. In allen Fällen findet man das Bild auf dieſe Weiſe, wenn man ſenkrechte Linien von dem Gegenſtande auf die zurückwerfende Oberfläche ſelbſt oder auf ihre Verlängerung zieht.

Wenn man irgend einen Gegenſtand ſehen will, ſo muß man das Auge in eine ſolche Lage bringen, daß einige der Lichtſtrahlen, welche von dem Gegenſtande her divergiren, auf das Auge fallen können; und wenn wir, indem wir unſre Blicke auf eine zurückwerfende Oberfläche werfen, ein Bild gewahr werden, ſo würden wir, wäre unſer Urtheil nicht durch die Erfahrung berichtiget, uns einbilden, daß ſich ein Gegenſtand hinter der Oberfläche fände, von welchem dieſe Strahlen divergirten. Da nun ein Object vor der zurückwerfenden Fläche in eine ſolche Lage gebracht werden kann, daß ſich keine Strahlen auf unſer Auge zurückwerfen laſſen, ſo können wir einen Gegenſtand nicht immer durch zurück geworfenes Licht ſehen, und die Lagen des Objects, des Zuſchauers und der zurück werfenden Fläche müſſen in Erwägung kommen. Es ſey Fig. 2. QR ein Gegenſtand vor der zurückwerfenden Oberfläche AB, qr, ſein Bild wie vorher, und O der Ort des Zuſchauers. Man ziehe OA, OB zuſammen und verlängere die Linien OA, OB unbeſtimmt bis TP, ſo wird der Gegenſtand nicht durch zurück geworfenes Licht geſehen werden, wofern nicht das Bild deſſelben innerhalb der Linien AT, BP liegt. Es ſey fg auſſerhalb dieſes Raums das Bild von FG. Man ziehe Of, Og zuſammen. Da nun dieſe zwey Linien die zurückwerfende Oberfläche nirgends durchſchneiden, ſo iſt offenbar, daß, wenn man auf die Oberfläche ſieht, der Gegenſtand dem Auge nicht ſichtlich wird. Wir werden nur einen Theil von QR ſehen, weil ein Theil von qr innerhalb des obgedachten Raumes liegt. Um den Theil von QR zu finden, welcher durch die Zurückwerfung ſichtlich wird, ziehe man von dem Punkte s, wo qr von OP durchſchnitten wird, sS auf die verlän-

gerte Ebene AB ſenkrecht. So wird der Strahl SB in der Richtung BO zurückgeworfen. Nun ziehe man OQ zuſammen, wodurch AB in D geſchnitten wird, und verbinde QD. Der Strahl QD wird in der Richtung DO zurückgeworfen. So erhellt, daß der durch zurückgeworfenes Licht ſichtliche Theil des Gegenſtandes nur in einem Theile der zurückwerfenden Oberfläche, nehmlich in DB geſehen wird. Der ganze übrige Theil der Oberfläche iſt in Rückſicht auf dieſen Gegenſtand überflüſſig. Auf dieſe Weiſe läßt ſich immer finden, durch welche Strahlen und durch was für einen Theil der zurückwerfenden Oberfläche ein Gegenſtand geſehen werden kann. Die Gränzen des Raums, in welchen ein Gegenſtand gebracht werden muß, wenn er durch zurück geworfenes Licht ſichtbar werden ſoll, laſſen ſich dieſen Grundſätzen zu Folge leicht angeben. Man ziehe OB und OA zuſammen und mache die Winkel IBK, LAE den Winkel OBI, OAL gleich, ſo wird jeder Gegenſtand, welcher ſich innerhalb der unendlich verlängerten Linien BK, AE findet, in O durch zurück geworfenes Licht geſehen werden können.

Wenn wir uns alſo vor einen Spiegel in einem Zimmer hinſtellen, ſo iſt nur ein Theil des Zimmers ſichtbar. Indem wir rückwärts und vorwärts uns bewegen, erſcheinen und verſchwinden andre Theile nach einander, und einige Theile des Zimmers werden im Spiegel niemals ſichtbar.

Wenn Jemand vor einem Spiegel von einerley Dimenſionen mit ſeinem Körper ſteht, ſo ſcheint ſein Bild die Hälfte des Spiegels einzunehmen, oder mit andern Worten, ein Spiegel mit der Hälfte ſeiner Dimenſionen iſt im Stande, ſein Bild ganz darzuſtellen. Es ſey Fig. 3. AB ein Gegenſtand von der zurückwerfenden Oberfläche ghi des ebenen Spiegels CD, und das Auge befinde ſich in o. Ah ſey ein Lichtſtrahl, welcher von der Spitze A des Gegenſtandes herkommt, und auf den Spiegel in h auffällt;

ferner ſey hm eine ſenkrechte Linie auf die Oberfläche des Spiegels in h; ſo wird der Strahl Ah von dem Spiegel nach dem Auge in o unter dem Winkel mho zurückgeworfen, welcher dem Winkel Ahm gleich iſt. Dann zeigt ſich die Spitze des Bildes E dem Auge in der Richtung des zurückgeworfenen und bis E verlängerten Strahls oh da, wo die gerade Linie ACE aus der Spitze des Gegenſtandes die gerade Linie ohE in dem Punkte E durchſchneidet. Es ſey Bi ein Lichtſtrahl vom untern Theile des Gegenſtandes in B bis zu dem Spiegel in i, und ni eine ſenkrechte Linie auf den Spiegel durch den Punkt i, wo der Strahl Bi auf den Spiegel auffällt. Dieſer Strahl wird in der Linie io zurückgeworfen, indem er mit dieſem Perpendikel einen dem Winkel Bin gleichen Winkel nio einſchließt und in das Auge in o eintritt. So zeigt ſich der untere Theil F des Bildes in der Richtung des zurückgeworfenen und bis F gezogenen Strahles oi, wo die gerade Linie BF den bis F gezogenen zurückgeworfenen Strahl durchſchneidet. Alle die andern Strahlen, welche von den Zwiſchenpunkten des Gegenſtandes AB herkommen, und auf den Spiegel zwiſchen h und i auffallen, werden auf das Auge in o zurückgeworfen, und alle Zwiſchenpunkte des Bildes EF zeigen ſich dem Auge in der Richtungslinie dieſer verlängerten zurückgeworfenen Strahlen. Allein alle Strahlen, welche von dem Gegenſtande über h auf den Spiegel fallen, werden über das Auge in o zurück geworfen, ſo wie alle Strahlen, welche von dem Gegenſtande auf den Spiegel unter i auffallen, unter das Auge in o zurückgeworfen werden. Folglich kann keiner von den Strahlen, welcher über h oder unter i auf den Spiegel fallen, durch Zurückwerfung in das Auge in o gelangen; und die Entfernung zwiſchen h und i iſt halb ſo groß, als die Länge des Gegenſtandes AB, wenn ſich das Auge oder o in der verlängerten Linie AB befindet. Denn alsdann iſt Ah der Linie ho, und Ah der Linie hE, folglich auch hE der Linie oh gleich. Nun iſt oh die Hälfte von oE

und folglich iſt wegen der Aehnlichkeit der Dreyecke ib halb ſo groß als EF oder AB.

In Zimmern, wo Spiegel in paralleler Richtung einander entgegen geſetzt angebracht ſind, wird eine Perſon, welche in einen Spiegel ſieht, mehrere Bilder von ſich gewahr. Denn es werden Lichtſtrahlen von jedem Spiegel nach dem andern zu zurückgeworfen, und jeder Spiegel wird für den andern ein Gegenſtand. Bringt man die Spiegel, an Statt der parallelen Lage, in eine ſolche einander entgegen geſetzte Richtung, daß ſie mit einander einen ſpitzigen Winkel einſchließen, ſo zeigen ſich mehrere Bilder deſſelben Gegenſtandes in einem Kreiſe, deſſen Mittelpunkt die Spitze des ſpitzigen Winkels und der Halbmeſſer die Entfernung des Gegenſtandes von dieſer Spitze iſt. Es ſeyen Taf. 2. Figur 4. MN und OP, zwey Oberflächen: man verlängere ſie und laſſe ſie in b einander ſchneiden. Q ſey ein Gegenſtand, und q, c ſeine Bilder in den entſprechenden Spiegeln. Man ziehe bq, und bQ. Da nun die Dreyecke Qaq, qab zwey gleiche Seiten und einen gleichen Winkel haben, ſo iſt die dritte Seite Qb der Seite qb gleich. Eben ſo iſt die Seite bc der Seite bQ gleich: und auf dieſelbe Weiſe findet man, daß die Bilder von q und c in den gegenüber ſtehenden Spiegeln gleich weit von b abſtehen.

Die Stellen der Bilder, welche die Zurückwerfung der Lichtſtrahlen von ebenen Oberflächen macht, laſſen ſich leicht beſtimmen; wenn aber Lichtſtrahlen von krummlinigen Oberflächen zurückgeworfen werden, ſo iſt die Beſtimmung der Stelle des Bildes mit mehr Schwierigkeit verbunden. Ich will mich bemühen, die Art und Weiſe anzugeben, wie man in den einfachſten Fällen deshalb zu verfahren hat.

AB (Fig. 5.) ſey eine ſphäriſche Oberfläche, deren Mittelpunkt ſich in C findet: ſie werfe die Lichtſtrahlen ſo-

wohl auf der hohlen, als auf der erhabenen Oberfläche zurück. QE ſey ein Lichtſtrahl, welcher dem Halbmeſſer CD gleich laufe und auf die Oberfläche in E auffalle. Nachdem er auf der hohlen Seite zurückgeworfen worden iſt, ſo geht er in der Richtung Eq fort, indem er den Winkel qEC dem Winkel QEC gleich macht. Hingegen der Strahl QE, welcher von der erhaberen Oberfläche zurückgeworfen worden iſt, geht in der Richtung EK fort, ſo daß der Winkel KEI dem Winkel QEI gleich iſt. Je größer die Entfernung des Punktes E oder des Einfallspunktes von dem Punkte D oder dem Scheitel der Oberfläche iſt, deſto weiter iſt der Durchſchnitt des zurückgeworfenen Strahls und des Halbmeſſers CD von dem Mittelpunkte der Oberfläche entfernt. Da QE der Linie CD parallel iſt, ſo iſt der Winkel QEC dem Winkel ECq gleich, folglich ſind die Winkel qEC und qCE einander gleich, alſo iſt auch qC ſo groß, als qE. Wenn E ſehr nahe bey D iſt, ſo ſind qD und qE ziemlich nahe einander gleich und der Punkt q findet ſich ſehr nahe bey T, dem Punkte, welcher den Halbmeſſer der Oberfläche halbirt. Alſo werden die auf die hohle Fläche ſehr nahe bey D auffallenden Parallelſtrahlen nach der Zurückwerfung ſich ſehr nahe bey dem Punkte T vereinigen, und man kann dieſen Punkt, wie man auch wirklich thut, für den Brennpunkt nach der Zurückwerfung jener Strahlen anſehen. Die Abweichung eines jeden andern Strahls, oder die Entfernung qT werde ich hernach betrachten. Die auf die erhabene Seite auffallenden Parallelſtrahle kann man gleichfalls nach der Zurückwerfung, ohne einen ſehr weſentlichen Irrthum zu begehen, betrachten, als ob ſie von dieſem Punkte T her auseinander führen. Wir können es daher als einen Grundſatz annehmen, daß Strahlen, welche auf eine zurückwerfende Oberfläche auffallen, durch die hohle Seite in einen Punkt vereinigt werden, welcher den mit ihnen parallel gezogenen Halbmeſſer halbirt; hingegen daß ſie von der erhabenen Seite dergeſtalt zurückgeworfen werden, daß es

das Anſehen hat, als ob ſie von einem Punkte her aus-einander führen, welcher den ihnen gleichlaufend gezogenen Halbmeſſer halbirt. Dieſer Punkt T heißt der **Brennpunkt**, weil, wenn der Spiegel die gehörige Größe beſitzt, ein in dieſen Punkt gebrachter entzündlicher Körper durch die von der hohlen Oberfläche zurückgeworfenen Sonnenſtrahlen entzündet werden kann, und man nimmt an, daß ſich durch einen Hohlſpiegel und die Sonnenſtrahlen ein Hitzgrad hervorbringen läßt, welcher jedes künſtliche Feuer an Stärke übertrifft.

Nun laſſe man (Fig. 6.) die von einem gewiſſen Punkte divergirenden Lichtſtrahlen von einer zurückwerfenden ſphäriſchen Oberfläche aufgefangen werden. Q ſey dieſer Punkt, und AB die Oberfläche, von welcher C der Mittelpunkt iſt. Ferner ſey qE der zurückgeworfene Strahl. Man ziehe Cm parallel mit qE und Cn parallel mit QE. Nach dem oben angeführten Grundſatze durchſchneidet ein von dem Punkte m divergirender Strahl nach der Zurückwerfung den parallelen Halbmeſſer Cn in n und halbirt den Halbmeſſer in dieſem Punkte; und wenn ein Strahl von n divergirt, ſo durchſchneidet er nach der Zurückwerfung den parallelen Halbmeſſer Cm in m, und halbirt ihn daſelbſt; folglich ſind Cm, Cn, CT einander gleich. Da nun die Dreyecke QmC und Cnq einander ähnlich ſind, ſo iſt Qm : mC (oder CT) = Cn (oder CT) : nq. Je näher E bey D liegt, deſto näher ſind die Punkte m, n bey T; Qm iſt der Linie QT, und qn der Linie qT ziemlich gleich. Folglich kann man den Brennpunkt der Strahlen nach der Zurückwerfung, ohne einen ſehr weſentlichen Fehler, finden, wenn man ſagt, QT : CT = CT : Tq. Nennt man alſo T den Hauptbrennpunkt, ſo iſt ſeine Entfernung von dem Mittelpunkte der Oberfläche eine mittlere Proportional-Größe zwiſchen ſeinen Entfernungen von den Brennpunkten der aus einander fahrenden und zurückgeworfenen Strahlen.

Auf der dritten Tafel Fig. 7. wird der Satz eben ſo bewieſen, indem man ſagt, daß Lichtſtrahlen, welche von m zu divergiren ſcheinen, durch die ſie auffangende Oberfläche nach n convergirend zurückgeworfen werden, und umgekehrt.

Die Brennpunkte der divergirenden und zurückgeworfenen Strahlen ſind immer auf einer und derſelben Seite des Hauptbrennpunktes. Je größer die Entfernung des Punktes Q von T iſt, deſto kleiner iſt die Entfernung des Punktes q von T, ſo wie ſich Q dem Punkte T nähert, entfernt ſich q davon. Sie treffen zuſammen, wenn die Lichtſtrahlen von einer hohlen Oberfläche in den Mittelpunkt zurückgeworfen werden. Wenn der Brennpunkt divergirender Strahlen zwiſchen dem Mittelpunkte und dem Hauptbrennpunkte iſt, ſo findet ſich der Brennpunkt der zurückgeworfenen Strahlen auf der andern Seite des Mittelpunkts. Wenn Q auf T fällt, ſo ſind die zurückgeworfenen Strahlen gleichlaufend; wenn Q zwiſchen T und der Spiegelfläche liegt, ſo ſcheinen die Strahlen von einem Punkte auf der andern Seite der Fläche zu divergiren. Wenn die Lichtſtrahlen von der erhabenen Oberfläche zurückgeworfen werden, ſo iſt der Brennpunkt der zurückgeworfenen Strahlen immer zwiſchen dem Hauptbrennpunkte und der Oberfläche.

Da wir nun den Brennpunkt zurückgeworfener Strahlen für einen einzelnen Punkt gefunden haben, ſo können wir nun, wie vorher, die Lage des Bildes eines jeden Gegenſtandes finden, wenn wir uns in dem Gegenſtande unzählig viele Brennpunkte von divergirenden Strahlen gedenken. Es ſtelle (Fig. 8.) QR einen Gegenſtand von einem ſphäriſchen Spiegel dar. Man ziehe QCD, und ſuche in der Linie QD durch die in dem vorigen Falle angegebene Proportion den Punkt q, den Brennpunkt der Strahlen nach der Zurückwerfung. Auf dieſelbe Weiſe ſuche man Punkt r, und wenn es nöthig iſt, die zuſtim-

menden Brennpunkte für andre Punkte in dem Gegenſtande QR; ſo iſt qr das Bild deſſelben. Dieſes Bild iſt entweder gerade oder umgekehrt, je nachdem der Spiegel beſchaffen iſt, und der Gegenſtand dieſe oder eine andre Lage hat. Erſtlich wenn der Spiegel ſphäriſch und hohl iſt, wie in der achten Figur, und die Entfernung des Gegenſtandes von der Oberfläche mehr beträgt, als die Hälfte des Halbmeſſers vom Spiegel, ſo iſt das Bild umgekehrt, und mit dem Gegenſtande auf einerley Seite des Spiegels. Wenn die Entfernung des Gegenſtandes vom Spiegel weniger beträgt, als die Hälfte des Halbmeſſers, ſo iſt das Bild gerade, aber auf der andern Seite des Spiegels. Dieſes ſieht man in der neunten Figur, wo qr einen Gegenſtand in der eben gedachten Lage darſtellt, und QR ſein Bild iſt. Zweytens das Bild eines Gegenſtandes von einem erhabenen ſphäriſchen Spiegel iſt immer gerade, wie die neunte Figur zeigt.

In ebenen Spiegeln ſind die Bilder ihren Gegenſtänden zuſtimmend und ähnlich. Die Sache verhält ſich bey ſphäriſchen Spiegeln anders, wo ein Bild zuweilen gröſſer, zuweilen kleiner, als der Gegenſtand erſcheint. Der Hohlſpiegel beſitzt das Vermögen zu verkleinern und zu vergrößern. Wenn die Entfernung des Gegenſtandes vom Spiegel größer als der Halbmeſſer iſt, ſo iſt das Bild immer kleiner, als der Gegenſtand. Denn qr : QR = Cq : CQ. Da nun in dieſem Falle Cq kleiner iſt, als CQ, ſo muß auch qr kleiner als QR ſeyn. Wenn ſich der Gegenſtand zwiſchen dem Mittelpunkte und dem Hauptbrennpunkte befindet, ſo iſt das Bild größer, als der Gegenſtand; denn nun iſt qr der Gegenſtand, QR ſein Bild, und da Cq kleiner iſt, als CQ, ſo muß auch der Gegenſtand kleiner, als ſein Bild ſeyn. Findet ſich der Gegenſtand zwiſchen dem Hauptbrennpunkte und dem Spiegel, ſo iſt das Bild größer, als der Gegenſtand. Denn es ſey (Fig. 9.) qr der Gegenſtand und QR das Bild, ſo iſt qr:

QR = Tq : TQ. Da aber Tq kleiner iſt, als TQ, ſo muß auch qr kleiner als QR ſeyn. Wenn man einen Gegenſtand vor einen erhabenen Spiegel gebracht hat, ſo iſt das Bild kleiner, als ſein Gegenſtand; denn da (Fig. 9.) TQ größer iſt, als Tq, ſo muß QR größer, als qr ſeyn.

Um zu finden, ob ein Gegenſtand in einem Spiegel von einem Zuſchauer in irgend einer Lage geſehen werden kann, ziehe man Linien von dem Auge nach dem Bilde. Wenn dieſe Linien von der zurückwerfenden Fläche durchſchnitten werden, ſo iſt das Bild ſichtbar, und der zwiſchen dieſen Linien befindliche Theil der zurückwerfenden Fläche iſt eben derjenige, welcher die Strahlen nach dem Auge zurückwirft. Es ſey (Fig. 8.) O das Auge des Zuſchauers: man ziehe Oq, Or, und verlängere, wenn es nöthig iſt, dieſe Linien, bis ſie die zurückwerfende Fläche in m und n ſchneiden, ſo iſt m n der Theil der zurückwerfenden Fläche, in welchem man das Bild ſieht, und die Strahlen Qm, Rn, welche nach der Richtung mO, nO zurückgeworfen werden, ſind diejenigen, mittelſt welcher man die äuſſerſten Theile des Gegenſtandes gewahr wird.

Dieſes würde in allen Fällen wirklich wahr ſeyn, wenn die von einem Gegenſtande herkommenden Lichtſtrahlen denſelben immer ſichtbar und deutlich machten. Allein wir ſind von Jugend auf gewöhnt, die Natur und Lage der Gegenſtände, mittelſt der von ihnen divergirenden Lichtſtrahlen zu beſtimmen. Will man alſo durch zurückgeworfene Strahlen ſehen, ſo müſſen ſie dem Auge von dem Bilde zu divergiren ſcheinen. Dieſes iſt aber der Fall nicht, wenn ſich das Auge vor einem Hohlſpiegel in einer geringern Entfernung, als das Bild befindet. In dieſem Falle wird das Sehen undeutlich, das Bild fällt hinter uns, und wir können von demſelben keine Vorſtellung bekommen. Doch wird dieſes deutlicher werden, wenn ich von der Natur des Sehens handeln werde.

Zu Folge der bis jetzt angenommenen Grundſätze begreifen wir die Urſache jener ſchönen ſowohl, als häßlichen Bilder, welche von Gegenſtänden, die man vor ſphäriſche Spiegel gebracht hat, gemacht werden; auch begreifen wir die Veränderungen, welche in denſelben ihre verſchiedenen Lagen in Beziehung auf den Spiegel hervorbringen. Wenn eine Perſon ſich vor einem ſphäriſchen Hohlſpiegel in einer größern Entfernung, als der Halbmeſſer beträgt, befindet, ſo bemerkt ſie, zum Beyſpiel, ihr eigenes Bild vor der zurückwerfenden Fläche in der Luft ſehr verkleinert und auf dem Kopfe ſtehend. Indem ſie nach dem Mittelpunkte zugeht, bewegt ſich das Bild ihr entgegen, und nimmt zugleich an Größe zu. Wenn ſie ſich von dem Mittelpunkte nach dem Hauptbrennpunkte hin bewegt, ſo erſcheint das Bild verwirrt, und ſie kann keinen von ſeinen Theilen unterſcheiden. Geht ſie von dem Hauptbrennpunkte nach der zurückwerfenden Oberfläche zu, ſo erſcheint das Bild wiederum deutlich, in aufgerichteter Stellung, größer als die Perſon ſelbſt, aber ſich nach ihr hin bewegend, und in einem fort abnehmend, bis das Object und ſein Bild in der zurückwerfenden Oberfläche zuſammen treffen.

Mittelſt dieſer Eigenſchaft des Hohlſpiegels, das Bild eines Gegenſtandes in gewiſſen Fällen vor der zurückwerfenden Fläche darzuſtellen, laſſen ſich viele Täuſchungen zum großen Erſtaunen der unwiſſenden Zuſchauer bewerkſtelligen. Man ſieht ſo, zum Beyſpiele, eine mit Waſſer halb angefüllte Flaſche in der Luft umgekehrt ſchweben, ohne daß ſie einen Tropfen davon verliehrt. Wenn man in ein Zimmer tritt, iſt man verſucht, mit Macbeth auszurufen: „iſt dies ein Dolch, den ich vor mir ſehe?“ und wenn man darnach greifen will, ſo verſchwindet das Bild in die Luft.

Es

Es laſſen ſich viele ähnliche Erſcheinungen, welche man alle vermittelſt eines Hohlſpiegels hervorbringen kann, darſtellen. Man ſorge nur dafür, daß der Gegenſtand vor demſelben ſtark erleuchtet werde, und blos die von demſelben zurückgeworfenen Lichtſtrahlen auf den Hohlſpiegel fallen. Der Spiegel ſelbſt muß eine ſolche Lage haben, daß ſich das Bild in der Mitte eines Nebenzimmers zeige; oder wenn ſich der Spiegel in einerley Zimmer mit dem Objecte und ſeinem Bilde befindet, ſo bringe man eine ſpaniſche Wand dergeſtalt an, daß der Zuſchauer Spiegel und Object nicht gewahr werden kann. Nun mache man ein Loch in die Abtheilung zwiſchen den zwey benachbarten Zimmern oder in die ſpaniſche Wand, durch welches die Strahlen hindurch gehen, die das Bild darſtellen. Wenn alsdenn der Zuſchauer ſeine Augen auf die Zimmerabtheilung oder die ſpaniſche Wand wirft, ſo wird er in gewiſſen Lagen die durch dieſe kleine Oeffnung kommenden Lichtſtrahlen auffaſſen. Er wird ſo das in der Luft dargeſtellte Bild gewahr werden. Da er aber, wofern er nicht von der Optik Kenntniſſe beſitzt, von der Beſchaffenheit dieſer Täuſchung keinen Begriff hat, ſo kann er nach der Willkühr ſeiner Freunde entweder durch lockende Früchte zum Genuß gereitzt, oder durch den Anblick einer ſchrecklichen Erſcheinung in Furcht geſetzt werden.

Die Erſcheinungen erhabener Spiegel ſind von den Erſcheinungen des Hohlſpiegels verſchieden, und in den meiſten Rückſichten ihnen entgegen geſetzt. Wenn eine Perſon in einen convexen ſphäriſchen Spiegel ſieht, ſo wird ſie ein Bild von ſich gewahr, das aufrecht ſteht, aber kleiner iſt. Indem ſie nach dem Spiegel zugeht, ſcheint ſich das Bild ihr entgegen zu bewegen, indem es zugleich immer an Größe zunimmt, bis ſie einander in der zurückwerfenden Spiegelfläche berühren.

Wegen dieſer Eigenſchaft, die Gegenſtände zu verkleinern, werden die erhabenen ſphäriſchen Spiegel von allen Liebhabern maleriſcher Darſtellungen ſehr geſucht. Die Künſtler verfertigen kleine erhabene Spiegel für den Gebrauch der Reiſenden, welche, wenn ihr Auge durch den Anblick hoher Alpen ermüdet worden iſt, mittelſt ihres Spiegels dieſe erhabenen Gegenſtände in ein Miniaturgemälde bringen können, welches die Kunſt des Menſchen umſonſt nachzubilden ſtreben würde.

Viertes Kapitel.

Von der Brechung der Lichtſtrahlen.

Brechung der Lichtſtrahlen, was? — Geſetze der Brechung. — Das Verhältniß der Brechung in Rückſicht auf verſchiedene Subſtanzen. – Wie die Lage der Gegenſtände, durch verſchiedene Media hindurch geſehen, beſtimmt wird? — Wie weit die Lage der Gegenſtände ſcheinbar durch die Brechung der Lichtſtrahlen, welche gemeines Fenſterglas verurſacht, verändert wird? — Brechung durch ſphäriſche Oberflächen. —

Die Erfahrung hat uns gelehrt, daß die Lichtſtrahlen von vielen Subſtanzen zurückgeworfen werden, und daß der Zurückwerfungswinkel dem Einfallswinkel gleich iſt. Durch die Erfahrung wiſſen wir gleichfalls, daß die Richtung der Lichtſtrahlen bey ihrem Uebergange aus einem Mittelkörper in einen andern eine Aenderung leidet, und daß dieſe Abänderung ihres Weges einem beſtimmten Geſetze unterworfen iſt.

Der Raum, in welchem ſich ein Lichtſtrahl bewegt, er mag nun leer oder mit einer gewiſſen Subſtanz angefüllt ſeyn, heißt ein Mittelkörper. Indem nun ein Lichtſtrahl aus dem leeren Raume in irgend einen andern Mittelkörper, oder aus einem Mittelkörper in einen dichtern übergeht, wird er nach der ſenkrechten Linie auf die die zwey Mittelkörper trennende Oberfläche hingebeugt. Wenn er hingegen aus einem dichtern Mittelkörper in einen lockerern, oder aus irgend einem Mittelkörper in einen leeren Raum

übergeht, ſo wird er von dieſer ſenkrechten Linie weggebeugt. Allein ein Lichtſtrahl kann nur in gewiſſen Richtungen aus einem dichtern Mittelkörper in einen lockerern übergehen. Denn wenn der Winkel von einer gewiſſen Größe iſt, welche durch die Natur des Mittelkörpers beſtimmt wird, ſo wird der Lichtſtrahl, anſtatt eine Brechung zu erleiden, in den erſten Mittelkörper wieder zurückgeworfen.

Das Geſetz der Brechung iſt, daß der Sinus des Einfallswinkels zu dem Sinus des Brechungswinkels in einem gegebenen Verhältniſſe ſteht. Dieſes Verhältniß muß durch die Erfahrung ausgemittelt werden. Wenn zum Beyſpiel ein Lichtſtrahl aus Luft in Waſſer tritt, ſo iſt das Verhältniß, wie 4 : 3.

aus Waſſer in Luft, wie 3 : 4.
aus Luft in Glas, wie 3 : 2.
aus Glas in Luft, wie 2 : 3.
aus Luft in Diamant, wie 5 : 2.
aus Diamant in Luft, wie 2 : 5.

Es ſey (Taf. 4. Fig. 10.) HF ein Lichtſtrahl, welcher auf die Oberfläche AB eines dichten Mittelkörpers ABCD auffällt. Man nehme an, dieſer Mittelkörper ſey Glas, mit Luft umgeben. Man ziehe EFM ſenkrecht auf AB, und mache den Winkel GFM ſo groß, daß der Sinus des Winkels HFE ſich zum Sinus des Winkels MFG, wie 3 : 2 verhalte; ſo wird ſich der Lichtſtrahl HF in dem Glaſe nach der Richtung GF bewegen. Wenn der Strahl an G gelangt, ſo erleidet er, indem er wieder in die Luft übergeht, eine andere Abänderung ſeiner Richtung. Um dieſen neuen Weg zu finden, ziehe man IGN ſenkrecht auf CD, und mache den Winkel LGN ſo groß, daß der Sinus des Winkels FGI ſich zu dem Sinus jenes Winkels, wie 2 : 3 verhalte; alsdann bewegt ſich der Strahl in der Richtung GL. Auf dieſe Weiſe findet man, daß der ganze Weg des Strahls nach der Richtung

HFGL fortläuft, und nach derſelben Regel läßt ſich ſein Fortgang durch jede Anzahl von Mittelkörpern ausfindig machen.

Die Richtung GL iſt der Richtung HF parallel. Denn die Winkel MFG, FGI, NGK ſind einander gleich, und da der Sinus des Winkels MFG ſich zum Sinus des Winkels MFI, wie der Sinus des Winkels NGK zum Sinus des Winkels NGL verhält, ſo ſind die Winkel NGL, MFI einander gleich, folglich auch die Winkel NGL und NIO. Folglich ſind die Linien HO und GL einander gleichlaufend.

Es ſey (Fig. 10.) FG ein Lichtſtrahl in einem dichten Mittelkörper, welcher in G auffällt, und ſeine Richtung, nachdem er aus demſelben ausgetreten iſt, ſey GL. Je größer der Winkel FGI iſt, deſto größer wird der Winkel NGL ſeyn. Man nehme an, NGL ſey ein rechter Winkel, ſo verhält ſich der Sinus des Winkels FGI zum Halbmeſſer, wie der Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels, und nach dem Geſetze der Brechung für den gegebenen Mittelkörper laſſen ſich ſo die Gränzen des Einfallswinkels für einen austretenden Strahl finden. Wenn der Einfallswinkel größer iſt, als der auf dieſe Weiſe gefundene Winkel, ſo wird der einfallende Strahl zurückgeworfen, wie in abc.

Lichtſtrahlen, welche aus einem Punkte Q (Fig. 11. 12.) divergiren, mögen ſich nach der Brechung in dem Mittelkörper ABCD fort bewegen. Einer Perſon, welche ſich in dieſem Mittelkörper befindet, kommt es vor, als wenn dieſe Strahlen nicht von Q, ſondern von einem Punkte divergiren, welcher von ihr näher oder entfernter iſt, je nachdem der Mittelkörper, wo ſie ſich findet, lockerer oder dichter iſt, als derjenige Mittelkörper, in welchem der Punkt der aus einander fahrenden Strahlen gelegen iſt. Es ſey QI ein einfallender Strahl, welcher nach der Brechung in der Richtung IM fortgeht, welche die auf

die Oberfläche AB ſenkrecht gezogene Linie QO in q ſchneidet, ſo iſt q der Punkt, woraus die Lichtſtrahlen zu divergiren ſcheinen. In dem Dreyecke QIq verhält ſich QI zu Iq, wie der Sinus des Winkels IqO zu dem Sinus des Winkels IQO, das iſt, weil QO der Linie IP gleichlaufend iſt, wie der Sinus des Brechungswinkels zu dem Sinus des Einfallswinkels. Wenn I ſehr nahe bey O liegt, ſo ſind die Linien QI, qI ziemlich eben ſo groß, als die Linien QO und qO, und eine Perſon, welche ſich in der verlängerten Richtung QO findet, wird glauben, daß die Lichtſtrahlen von q divergiren, da dann QO ſich zu qO, wie der Sinus des Brechungswinkels zu dem Sinus des Einfallswinkels, verhalten wird.

Zu Folge dieſes Grundſatzes können wir die wahre*) Lage eines jeden Gegenſtandes finden, welchen wir in einem Mittelkörper ſehen, der von demjenigen, wo wir uns befinden, verſchieden iſt, oder eines Gegenſtandes, den wir durch verſchiedene Mittelkörper gewahr werden. Es ſey (Fig. 13. 14.) QR ein Object, welchen eine in dem Mittelkörper ABCD befindliche Perſon erblickt. Es ſey QE: qE und RF : rF, = Sinus des Brechungswinkels: Sinus des Einfallswinkels, ſo erſcheint der Gegenſtand bey qr, wenn ſich die Perſon in der verlängerten Richtung Ql befindet. Es ſey O der Ort des Auges der Perſon in irgend einer andern Lage. Man ziehe Or, Oq, ſo wird der Gegenſtand durch die innerhalb der Oberfläche mn gebrochenen Lichtſtrahlen geſehen, und QmO, RnO ſind die Richtungen der äuſſerſten Strahlen, mittelſt welcher der Gegenſtand ſichtbar iſt.

Wir begreifen nun die Urſache, warum der Grund eines Fluſſes uns näher vorkommt, als er wirklich iſt, und

*) Aller Wahrſcheinlichkeit nach hat ſich hier der Verfaſſer verſchrieben, und apparent für actuel ſchreiben wollen. Wenigſtens gilt das Geſagte einzig und allein von der ſcheinbaren Lage des Gegenſtandes. A. d. U.

warum ein Ruder, wovon ſich der eine Theil innerhalb des Waſſers, der andre auſſerhalb deſſelben findet, unſerm Auge gebrochen zu ſeyn ſcheint. Es ſey (Fig. 15.) Qma ein Ruder, und der Theil mQ befinde ſich auſſerhalb des Waſſers, der Theil ma hingegen in dem Waſſer. Die von a divergirenden Lichtſtrahlen ſcheinen dann von b, näher bey der Oberfläche des Waſſers, herzukommen, und überhaupt ſcheint es dem Auge, als ob jeder Punkt in ma ſich näher bey der Oberfläche befinde, als wirklich der Fall iſt, und der Theil ma ſcheint mit dem Theile Qm einen Winkel einzuſchließen. Nach demſelben Grundſatze läßt ſich ein bekannter Verſuch erklären. Man lege ein Stück Münze in ein Becken, gehe rückwärts, bis die Münze von der Seite des Beckens ſo eben bedeckt worden iſt, gieße dann Waſſer in das Becken, ſo wird die Münze denn augenblicklich wieder ſichtbar. Denn da der Gegenſtand nunmehr in einen dichtern Mittelkörper kommt, ſo ſcheint er nach demjenigen, was zuvor bemerkt worden iſt, näher bey der Oberfläche deſſelben.

Da wir gewohnt ſind, Gegenſtände oftmals durch dünne Glasſcheiben zu ſehen, ſo glaube ich, um Irrungen hierüber zu verhüten, zeigen zu müſſen, welche Veränderungen in der ſcheinbaren Lage dieſer Gegenſtände durch die Dazwiſchenkunft eines ſolchen Mittelkörpers veranlaßt werden. Es ſey (Fig. 15.) ABCD eine Glasſcheibe, QR ein durch dieſelbe geſehener Gegenſtand, deſſen ſcheinbare, durch die vorhergegangenen Regeln gefundene Lage xr iſt, und Qmop ſtelle den Weg eines der von Q divergirenden Lichtſtrahlen dar. Nach demjenigen, was ich vorher bemerkt habe, iſt xp der Linie Qm parallel. Folglich iſt $qm : mo = Qq : Qx$, das iſt, wenn ſich m ſehr nahe bey E findet,

$$qE : EF = Qq : Qx,$$

oder $qE : Qq = EF : Qx.$

Angenommen nun, I : R drücke das Verhältniß der Sinuſſe des Einfalls- und Brechungswinkels eines in das Glas tretenden Lichtſtrahls aus, ſo iſt

qE : Qq — I : I—R.

folglich

EF : Qx = I : I—R.

das iſt, der Zwiſchenraum zwiſchen den Oberflächen der Scheibe verhält ſich zu der Entfernung der wahren und ſcheinbaren Stelle des Gegenſtandes von einander, wie der Sinus des Einfallswinkels zu der Differenz zwiſchen den Sinuſſen des Einfalls- und des Brechungswinkels. Für Glas iſt dieſes Verhältniß, wie 3 : 2, folglich iſt I : I—R wie 3 : 1. und Qx iſt daher der dritte Theil von EF. Wenn alſo die Glasſcheibe ein Zehntel eines Zolles dick iſt, ſo ſcheint ein durch dieſelbe geſehener Gegenſtand nicht um den dreyſigſten Theil eines Zolles von ſeiner wahren Stelle entfernt, und dieſe Veränderung iſt zu unbedeutend, als daß man in gemeinem Leben darauf Rückſicht nehmen ſollte.

Ein Lichtſtrahl, welcher durch einen Mittelkörper geht, der durch ebene gegen einander geneigte Oberflächen begränzt wird, beugt ſich nach dem dickern oder dünnern Theile des Mittelkörpers hin, je nachdem der Mittelkörper dichter oder lockerer iſt, als der ihn umgebende. Die Stelle, wo ſich dann der Gegenſtand zeigt, läßt ſich durch eine ſehr leichte Conſtruction finden. ABC (Taf. 5. Fig. 16.) ſey ein gläſernes Priſma, QR ein Gegenſtand, welcher durch daſſelbe von einem Beobachter in O geſehen wird. Von Q ziehe man Qt ſenkrecht auf die Oberfläche AC, und es ſey q der Brennpunkt, der von dieſer Oberfläche gebrochenen Lichtſtrahlen. Von q ziehe man qE ſenkrecht auf die zweyte, nöthigen Falls verlängerte Oberfläche AB. Angenommen, daß dann q der Brennpunkt divergirender Strahlen, welche auf AB fallen, ſey, ſo ſey t der Brennpunkt der Strahlen nach der Brechung, welcher

ſich durch die vorher angegebene Proportion finden läßt, oder indem man die Punkte H und E durch eine gerade Linie verbindet, und dieſer Linie gleichlaufend zieht. Auf dieſelbe Weiſe läßt ſich die ſcheinbare Stelle von R finden, und eine Perſon in O ſieht den Gegenſtand QR ſcheinbar in tx. Den Punkt Q ſieht ſie durch den Strahl QFGO, und den Punkt R durch den Strahl RLMO.

Wenn die Oberflächen ſphäriſch ſind, ſo entſteht in den ſcheinbaren Stellen der Gegenſtände eine kleine Veränderung, welche nicht weniger merkwürdig iſt, als diejenige, die wir bey Gegenſtänden von erhabenen oder hohlen Spiegeln beobachtet haben. Um den Grund dieſer Erſcheinungen einzuſehen, iſt es nothwendig, den Weg eines Lichtſtrahls in den einfachſten Fällen zu unterſuchen, und von dieſen zu den ſchwerern fortzugehen.

ABFD (Fig. 17. 18.) ſtelle einen Mittelkörper vor, welcher lockerer oder dichter, als der ihn umgebende iſt, und von einer ſphäriſchen Oberfläche AEB begränzt wird. Der Strahl GH laufe dem Strahl IE, welcher durch den Mittelpunkt des Bogens AEB geht, parallel, und werde in H entweder nach dem Perpendikel oder von ihm weg gebrochen, je nachdem der Mittelkörper beſchaffen iſt. Der Sinus des Winkels CHG verhält ſich zu dem Sinus des Winkels CHI in einem gegebenen Verhältniſſe, aber es iſt CI zu IH, wie der Sinus des Winkels CHI zu dem Sinus des Winkels CHG, folglich iſt IH : IC in dem gegebenen Verhältniſſe des Sinus des Einfallswinkels zu dem Sinus des Brechungswinkels, welches von der Natur der Mittelkörper abhängt. Je näher H bey E liegt, deſto mehr nähert ſich das Verhältniß der Linie IH zu der Linie IC, dem Verhältniſſe von IE zu IC. Wenn man folglich in der verlängerten Linie CE einen Punkt I findet, der ſo beſchaffen iſt, daß IE zu IC in dem gegebenen Verhältniſſe des Sinus des Einfallswinkels zu dem Sinus des Brechungswinkels ſtehe, ſo werden alle mit IE parallel

laufende Strahlen, welche durch die erhabene Oberfläche AEB (Fig. 17.) gebrochen werden, nach der Brechung in I oder einen kleinen Raum dabey zuſammenlaufen. Je größer der Abſtand des Punktes H von dem Punkte E iſt, deſto größer iſt auch die Entfernung des Durchſchnitts des gebrochenen Strahls und der Linie IC von den Punkten I und M. Dieſer Punkt I heißt der Brennpunkt der gebrochenen parallelen Lichtſtrahlen.

Auf dieſelbe Weiſe iſt M der Brennpunkt der Lichtſtrahlen, welche aus dem dichten Mittelkörper heraus kommen, und es iſt CM : EM = der Sinus eines rechten Winkels: zu dem Sinus des Winkels I.

Parallele Lichtſtrahlen, welche auf die erhabene Oberfläche eines dichtern, oder die hohle eines lockerern Mittelkörpers auffallen (Fig. 17.), laufen nach der Brechung zuſammen. Wenn ſie im Gegentheile auf die erhabene Oberfläche eines lockerern, oder die hohle eines dichtern Mittelkörpers auffallen (Fig. 18.), ſo ſcheinen ſie nach der Brechung auseinander zu laufen. Der ſo gefundene Brennpunkt paralleler Strahlen heißt der **Hauptbrennpunkt**.

Nun ſey Q (Taf. 6. Fig. 19.) der Brennpunkt divergirender Strahlen, welche auf die Oberfläche AB eines dichtern Mittelkörpers auffallen. Um den Brennpunkt nach der Brechung zu finden, ziehe man QI, einen einfallenden Strahl, und nehme an, daß T der Brennpunkt der mit CQ parallel laufenden Strahlen, welche auf die hohle Oberfläche IEB fallen, ſey. Ferner mache man CP ſo groß als CT. Von I ziehe man Iq parallel mit CP, ſo iſt q der Brennpunkt der gebrochenen Lichtſtrahlen. Es ſey t der Brennpunkt der mit QC parallelen Strahlen, welche auf die erhabene Oberfläche auffallen, und man mache Cp ſo groß, als Ct. Da nun ein mit Cp paralleler Strahl, welcher auf die hohle Oberfläche auffällt, nach der Brechung nach P zu convergiren würde,

ſo wird ein von P divergirender Strahl nach der Brechung mit CP parallel laufen. Nun iſt der Weg des Strahls QI derſelbe, man mag ihn ſich nun von Q oder von P divergirend denken, folglich geht die Richtung eines der von Q divergirenden Strahlen nach der Linie QIq. Nun nehme man an, daß ſich der Strahl qI rückwärts kehre, ſo wird ſein Fortgang derſelbe ſeyn, als wenn er von p divergirt hätte. Aber alle von p divergirenden und auf die hohle Oberfläche fallenden Strahlen bewegen ſich nach der Brechung mit Cp parallel, wo p der Brennpunkt paralleler Strahlen, welche auf die andre Oberfläche fallen, iſt, folglich muß ſich der Strahl zu pI nach der Brechung mit Cp parallel bewegen. Da nun aber ſeine Richtung nothwendiger Weiſe IQ iſt, ſo iſt auch IQ mit [illegible] gleichlaufend. Wir haben daher zwey ähnliche Dreyecke QPC und Cpq, und es iſt QP : PC = Cp : pq. Wenn nun I ſehr nahe bey E liegt, ſo ſind QP, PC, Cp, pq beynahe eben ſo groß als QT, TC, Ct, tq. Nimmt man nun die Proportion

QT : TC = Ct : tq,

ſo finden wir einen Punkt q, in deſſen Nähe alle von Q divergirende Lichtſtrahlen nach erlittener Brechung zuſammenlaufen.

Folglich ändert ſich QT umgekehrt, wie tq, das heißt, je größer der Abſtand des Punktes Q von dem Punkte T iſt, deſto kleiner iſt die Entfernung des Punktes q von dem Punkte t. Denn CT und Ct ſind in der Proportion unveränderliche Größen, man mag die Lage des Punktes Q ändern, wie man nur immer will.

Die Punkte Q und q ſind immer auf entgegen geſetzten Seiten von T und t.

Fände ſich der Punkt Q in einer ſolchen Entfernung, daß die von ihm divergirenden Lichtſtrahlen als gleichlaufend angeſehen werden könnten, ſo würden die Punkte q und t zuſammen fallen. Käme Q näher an T, ſo würde ſich q von T entfernen. Wenn Q und T zuſammenfallen,

ſo findet ſich q nicht mehr in der Linie Eσ, ſondern die gebrochenen Strahlen ſind nun parallel. So wie ſich Q von T nach F zu bewegt, ſo zeigt ſich q in einer großen Entfernung von E auf derſelben Seite der Oberfläche mit Q, und hohlt dieſen Punkt in E ein.

Auseinander fahrende Strahlen, welche auf die erhabene Oberfläche eines dichtern, oder die hohle eines lockerern Mittelkörpers auffallen, werden zuſammen gebracht oder zerſtreut, je nachdem ihre Brennpunkte in Rückſicht auf den Brennpunkt gelegen ſind. Wenn ſie auf die erhabene Oberfläche eines lockerern, oder die hohle eines dichtern Mittelkörpers fallen, ſo iſt ihr Fortgang, wie man in der zwanzigſten und ein und zwanzigſten Figur ſieht.

Der von Q divergirende Strahl QI leidet durch die Brechung eine eben ſolche Brechung, als wenn man annimmt, daß er nach P dem Hauptbrennpunkte der auf die hohle Oberfläche auffallenden Strahlen convergirt. Aber ein Strahl, welcher nach P zu convergirt, wird durch die Brechung der erhabenen Oberfläche in eine der Linie CP parallele Richtung gebracht, folglich iſt qI der Linie GP parallel. Wiederum kann man einen auf die hohle Oberfläche auffallenden Strahl, welcher nach q convergirt, ſo betrachten, als wenn er nach p, dem Brennpunkte paralleler Strahlen, welche auf die erhabene Oberfläche auffallen, convergirte; folglich wird derſelbe durch die Brechung der hohlen Oberfläche in eine der Linie Cp parallele Richtung gebracht. Alſo ſind, wie vorher, die Dreyecke QPC und qpC einander ähnlich, und man bekommt dieſelbe Proportion

$$QT : TC = tC : tq.$$

Alſo werden Strahlen, welche von einem Punkte divergiren und von der erhabenen Oberfläche eines lockerern, oder der hohlen eines dichterern Mittelkörpers aufgefangen werden, durch die Brechung in ihrer Richtung ſo ſehr abgeändert, daß ſie noch mehr divergiren. Nach denſelben Grundſätzen und auf dieſelbe Weiſe kann man die Wirkungen ſphä-

riſcher Oberflächen auf convergirende Strahlen darthun. Dieſe ſind den Wirkungen auf divergirende Strahlen genau entgegen geſetzt. Der Leſer wird ſich auf eine nützliche Weiſe üben, wenn er auf einem Blatte Papier die Wirkungen auf convergirende oder divergirende Strahlen, die durch erhabene oder vertiefte Oberflächen verſchiedener Mittelkörper gebrochen worden ſind, unterſucht.

Nachdem wir auf dieſe Art den Fortgang der von einem Punkt divergirenden und von einer brechenden ſphäriſchen Oberfläche aufgefangenen Lichtſtrahlen entdeckt haben, werden wir nun leicht die ſcheinbaren Stellen von Gegenſtänden, welche wir in verſchiedenen, mit ſphäriſchen Oberflächen begränzten Mittelkörpern erblicken, angeben können.

Es ſey QM (Taf. 7. Fig. 22.) ein Gegenſtand in einem gläſernen Mittelkörper, q der Brennpunkt gebrochener Strahlen, welche von Q divergiren, und m der Brennpunkt gebrochener Strahlen, welche von M divergiren. Dann iſt qm das Bild von QM. O ſey der Ort, wo ſich der Zuſchauer befindet. Man ziehe Oq und Om, ſo iſt rs der Theil des Glaſes, durch welchen der Zuſchauer den Gegenſtand erblickt, und QrO, MsO ſind die äuſſerſten Strahlen, mittelſt welcher derſelbe geſehen wird. Nun ſey ein dichter Mittelkörper von einer erhabenen Oberfläche begränzt (Fig. 23.), und ein Gegenſtand QM befinde ſich in einer ſolchen Entfernung davon, daß das Bild derſelben qm werde. Der Zuſchauer aber befinde ſich in O. Er wird dann nur einen Theil des Gegenſtandes, welcher um zuſtimmt, und zwar durch den Theil der Oberfläche As gewahr werden, und der Gegenſtand wird ſich ihm umgekehrt zeigen.

Iſt das Auge näher bey der Oberfläche, als das Bild, ſo erſcheint der Gegenſtand undeutlich: denn die auf das Auge treffenden Strahlen laufen alsdann in einen Punkt zwiſchen dieſen Oberflächen zuſammen. Da ich aber hierüber faſt zu weitläuftig geweſen bin, als ich von Gegenſtänden vor Spiegeln handelte, ſo wird es nicht nöthig ſeyn,

dieſelbe Sache hier noch weiter zu verfolgen. Denn nach denſelben Grundſätzen wird es dem Leſer leicht ſeyn, den Theil eines Gegenſtandes, den man in irgend einem, von einer ſphäriſchen Oberfläche begränzten Oberfläche erblickt, ferner den Theil der Oberfläche, durch welchen, und endlich die Strahlen, mittelſt welcher er geſehen wird, zu beſtimmen.

Die Wahrheit einiger dieſer Grundſätze läßt ſich auch durch die Erfahrung darthun, wenn man Gegenſtände in gläſerne Gefäße bringt, welche hohle oder erhabene Oberflächen haben, und mit Waſſer angefüllt. Da wir aber keinen Mittelkörper darſtellen können, welcher lockerer wäre, als derjenige, in welchem wir leben, ſo müſſen die Fälle, wo ſich die Gegenſtände in einem lockerern Mittelkörper finden, immer nur auf der feſten Grundlage mathematiſcher Wahrheit ruhen bleiben. Wollten wir die Luft in einer hohlen Glaskugel verdünnen, ſo ließen ſich vielleicht die Aenderungen beobachten, welche in den ſcheinbaren Stellen eines Gegenſtandes, zu Folge der Grade der allmählig wachſenden Verdünnung Statt fänden. Aber immer noch würden wir den Gegenſtand durch einen Mittelkörper erblicken, welcher viel dichter, als die ihn umgebende Atmoſphäre iſt. Bevor wir nun die ſcheinbare Lage eines in einem Mittelkörper befindlichen Objects beſtimmen können, welcher von einem andern durch einen dritten mit einer verſchiedenen, von jenen beyden abweichenden Dichte, und mit einer hohlen und erhabenen Oberfläche getrennt wird, müſſen wir uns bemühen, die Erſcheinungen, welche täglich vor unſern Augen ſind, das heißt, die Aenderungen in den ſcheinbaren Stellen der Gegenſtände durch die Dazwiſchenkunft einer mit ſphäriſchen Oberflächen begränzten dichten Subſtanz zu erklären.

Fünftes Kapitel.

Von Glaslinſen.

Gläſer zur Verbeſſerung und Unterſtützung des Geſichts. — Verſchiedene Formen der Glaslinſen. = Wirkungen, welche von dieſen verſchiedenen Formen herrühren.— Doppelt convexe und concave Linſen. — Planconvexe und planconcave Linſen. — Wie der Brennpunkt einer Linſe beſtimmt wird? Brennpunkt von Lichtſtrahlen, welche aus einem Punkte auseinander fahren und durch eine Glaslinſe hindurch gehen. — Brennpunkt einer Kugel. —

In gemeinem Leben bedienen ſich Perſonen, die ein ſchlechtes Geſicht haben, um dieſen Fehler zu verbeſſern, gewiſſer Gläſer. Ueberhaupt genommen ſind dies gewiſſe Stücke Glas, deren Oberflächen beyde hohl, oder beyde erhaben ſind, und gleich große Abſchnitte einer Kugel darſtellen. Wie wir bereits geſehen haben, führt ein ſolches Glas den Nahmen einer Linſe. Indeſſen ſchränkt ſich dieſe Benennung nicht auf die zwey ſo eben angeführten Nahmen ein. Denn einige Linſen haben die eine Oberfläche eben und die andre hohl; andre die eine eben, die andre erhaben, und noch andre die eine hohl, die andre erhaben. Jedoch begreift man die Eigenſchaften aller dieſer Gläſer leicht, wenn man nur die Wirkung einer einzigen ſphäriſchen brechenden Oberfläche auf die Lichtſtrahlen gehörig erwogen hat.

Zuvörderſt muß ich aber erinnern, daß wir bey der Unterſuchung der Eigenſchaften einer Linſe die Dicke derſel-

ben, als ſehr unbeträchtlich anſehen, und daß es bey jeder Art der Linſengläſer einen Punkt giebt, welcher ſo beſchaffen iſt, daß, wenn eine Linie durch ihn in irgend einer Richtung gezogen und durch die Oberflächen der Linſe durchſchnitten wird, ein durch eine Oberfläche in dieſe Linie gebrochener Lichtſtrahl nach der zweyten Brechung ſeiner erſten Richtung parallel wieder heraus kommt.

AIoBn (Taf. 7. Fig. 24. 25) ſtelle eine erhabene oder hohle Linſe dar, deren Oberflächen gleiche Halbmeſſer haben. Man ziehe CI, ci aus den Mittelpunkten C und c einander gleichlaufend, und ziehe die Punkte I und i zuſammen. Nun ſey Ii ein Lichtſtrahl innerhalb der Linſe, welcher von beyden Oberflächen in I und i gebrochen worden iſt. Da die Halbmeſſer gleichlaufend ſind, ſo ſind die Einfallswinkel, folglich auch die Brechungswinkel gleich groß, und die gebrochenen Strahlen müſſen mit dem einfallenden Strahle Ii gleich große Winkel machen, das heißt, ſie müſſen einander parallel ſeyn. Ein Strahl folglich, welcher in dem Punkte I einfällt, und nach der Richtung Ii fortgeht, wird nach der Brechung in dem Punkte i in einer Richtung ſich fortbewegen, welche ſeiner erſten Richtung gleichlaufend iſt. Auf dieſelbe Weiſe wird ein jeder andrer Strahl, welcher auf die eine Oberfläche auffällt, und dann in der zwey parallele Halbmeſſer verbindenden Linie ſich fortbewegt, nach der Brechung in der zweyten Oberfläche ſeiner erſten Richtung parallel ausfahren. Aber die Linie, welche zwey gleichlaufende Halbmeſſer verbindet, geht immer durch denſelben Punkt m; folglich werden alle Strahlen, welche durch dieſen Punkt m hindurch gehen, nach der Brechung in der zweyten Oberfläche derjenigen Richtung parallel ſich fortbewegen, welche ſie vor der erſten Brechung hatten. Dieſer Punkt m iſt der Mittelpunkt der Linſe, und in den zwey vor uns liegenden Fällen halbirt er die Dicke der Linſe; denn da die Dreyecke CIm,

und cim einander ähnlich ſind, ſo iſt CI : ci = Cm : cm, und da CI und ci gleich ſind, ſo ſind auch Cm und cm, folglich auch nm und mo einander gleich. Sind die Halbmeſſer einander nicht gleich, ſo liegt der Mittelpunkt der Linſe am nächſten bey derjenigen Oberfläche, deren Halbmeſſer der kleinſte iſt, und die Stelle des Mittelpunkts läßt ſich durch vorhergehende Proportion genau finden.

Auf der achten Tafel ſtellen Fig. 26. und 27. zwey Linſen vor; die eine mit einer ebenen und einer erhabenen, die andre mit einer ebenen und einer hohlen Oberfläche. In beyden Fällen befindet ſich der Mittelpunkt der Linſe in n der ſphäriſchen Oberfläche. Denn der Punkt läßt ſich in der Tangente des Kreiſes in n, welche der Linie AIB gleichlaufend iſt, gedenken; alſo macht der Strahl Ii gleiche Einfallswinkel in den Punkten I, und folglich ſind die Brechungswinkel auch einander gleich. So erhellt auch aus der Proportion, welche wir bey erhabenen und hohlen Linſen entdeckt haben, eben dieſelbe Wahrheit. Denn ſo wie wir den Halbmeſſer von HIB vergrößern, kommt der Punkt m immer näher an n, und da ſich dieſer Halbmeſſer unendlich vergrößern läßt, ſo kann auch die Weite mn unendlich abnehmen, ſo daß ſich augenſcheinlich der Punkt m dem Punkte deſto mehr nähert, je näher die kreisförmige Krümmung einer ebenen Figur kommt.

Auf der achten Tafel ſtellt die acht und zwanzigſte Figur eine Linſe vor, deren eine Oberfläche hohl, die andre erhaben iſt. In dieſem Falle befindet ſich der Punkt m auſſerhalb der Linſe.

Nachdem wir den Mittelpunkt einer Linſe gefunden haben, iſt nun ihr Hauptbrennpunkt oder derjenige Punkt zu ſuchen, von welchem parallele Lichtſtrahlen nach der Brechung zu divergiren, oder nach welchem ſie zu convergiren ſcheinen. AB (Taf. 8. 9. Fig. 29. 30. 31. 32. 33.

34.) ſtelle eine Linſe dar, deren Mittelpunkt E, und die Mittelpunkte der Oberflächen R und r ſind. Es ſey qEG mit den einfallenden Strahlen gleichlaufend gezogen. Da nun die Richtungen eines durch den Mittelpunkt einer Linſe gehenden Strahles vor und nach der Brechung parallel ſind, ſo ſtellt qEG den Weg eines der einfallenden Strahlen, ohne merklichen Irrthum vor. Man ziehe BR mit EG parallel und ſuche in der verlängerten Linie BR den Brennpunkt V paralleler Strahlen, welche auf die Oberfläche B auffallen. Durch die erſte Brechung werden alſo die parallelen Strahlen auf die zweyte Oberfläche A ſo angebracht, daß ſie nach dem Punkte V zu convergiren. Man ziehe rV. Alsdann geht einer von den Strahlen, welcher nach der erſten Brechung ſich innerhalb des Glaſes in der Richtung rA bewegte, durch die zweyte Oberfläche A ohne einige Brechung in der Richtung AV. Denn rA iſt auf die zweyte Oberfläche ſenkrecht. Aber EG iſt der Weg eines andern Strahls, gleichfalls nach der zweyten Brechung, und G, der Durchſchnittspunkt dieſer zwey Strahlen, wird der Brennpunkt der Linſe ſeyn, in deſſen Nähe alle die andern Strahlen einander durchſchneiden werden. Denn alle die Strahlen, welche auf die zweyte Oberfläche fallen, und nach dem Punkte V zu convergiren, werden zu Folge deſſen, was ich von Lichtſtrahlen, die eine einzelne ſphäriſche Oberfläche bricht, dargethan habe, in einen Punkt zwiſchen A und zuſammen gelenkt. Wir haben den Punkt G, wie oben, für eine doppelte erhabene Linſe gefunden: aber dieſelbe Weiſe zu ſchließen paßt auch für andre Linſen, und eine bloße Betrachtung der Figur wird zu erkennen geben, ob die Lichtſtrahlen nach der erſten Brechung convergiren oder divergiren.

Man beſchreibe aus dem Mittelpunkte E und mit dem Halbmeſſer EG den Bogen GF. Iſt nun die Richtung der parallelen Strahlen verändert, ſo findet ſich der Brennpunkt immer in dem Bogen GF, und wenn die auffallenden

Strahlen der Linie rR, der Axe der Linſe, gleichlaufend ſind, ſo iſt der Hauptbrennpunkt in F. Eine convex-convexe und plan-convexe Linſe macht parallele Strahlen convergiren, hingegen eine concav-concave und plan-concave macht dieſelben divergiren. Eine Linſe mit einer erhabenen und einer hohlen Oberfläche macht ſie convergiren oder divergiren, je nachdem die Oberflächen einander durchſchneiden, oder nicht durchſchneiden. Oder man kann überhaupt von allen dieſen Linſen ſagen, daß die parallelen Lichtſtrahlen nach der Brechung convergiren oder divergiren, je nachdem der mittlere Theil des Glaſes dicker oder dünner iſt, als ſeine äuſſerſten Theile.

Nach denſelben Grundſätzen kann man die Brennpunkte von Linſen finden, von welchen man annimmt, daß ſie aus lockerern Subſtanzen beſtehen, als der ſie umgebende Mittelkörper.

Nachdem wir auf dieſe Weiſe den Hauptbrennpunkt einer Linſe gefunden haben, läßt ſich der Brennpunkt der von einem Punkte divergirenden und von einer Linſe aufgefangenen Lichtſtrahlen mit derſelben Leichtigkeit finden, als wenn ſie von einer einzelnen Oberfläche aufgefangen werden.

Es ſey Q (Taf. 9. Fig. 35.) der Brennpunkt divergirender Strahlen, welche auf die Linſe AB auffallen. F und f ſeyen die Hauptbrennpunkte von Strahlen, die auf die Oberflächen B oder A in einer entgegen geſetzten Richtung fallen, und Qi ſtelle einen auffallenden Strahl vor. Aus dem Mittelpunkte E beſchreibe man mit dem Halbmeſſer EF den Bogen FG, welcher Q in G ſchneidet; verbinde die Punkte E, G und ziehe Aq mit der Linie EG gleichlaufend. Alsdann beſchreibe man aus dem Mittelpunkte E mit dem Halbmeſſer Ef den Bogen fg, welcher iq in g ſchneidet, und ziehe Eg. Der Strahl Qi leidet durch die Brechung einerley Veränderung, man mag ihn nun als von Q oder von G divergirend anſehen; da aber die der Linie

EG parallelen Lichtſtrahlen, welche auf die Oberfläche B fallen, durch die Brechung der Linſe nach dem Punkte G zuſammen gelenkt werden, ſo wird ſich ein von G divergirender Strahl, nachdem er durch die Linſe gebrochen worden iſt, mit EG gleichlaufend bewegen; folglich wird der Strahl Qi durch die Linſe in die Richtung Aq gebracht. Kehrte ſich der Strahl zurück, ſo könnte man ihn als von g divergirend anſehen, und durch die Linſe würde er in die der Linie Eq parallele Richtung iQ gebracht werden. Wir bekommen alſo zwey einander ähnliche Dreyecke QGE, EGq, und es iſt QG : GE = Eg : gq, das heißt, je näher i bey E liegt, deſto mehr nähert ſich dieſe Proportion folgender QF : FE = Ef : fq, und dieſe iſt derjenigen ähnlich, welche wir oben bey einzelnen Oberflächen fanden. Die Punkte Q, und q fänden ſich auf den entgegen geſetzten Seiten ihrer zuſtimmenden Brennpunkte. Je gröſſer QF iſt, deſto kleiner iſt qf und umgekehrt; und die ſcheinbaren Stellen von Gegenſtänden, welche durch dergleichen Gläſer betrachtet werden, laſſen ſich auf dieſelbe Weiſe finden, wie bey einzelnen Oberflächen. Es ſcheint mir daher hinreichend zu ſeyn, die Leſer blos auf Taf. 9. 10. Fig. 36. 37. zu verweiſen, welche ſie ohne weitere Erklärung leicht verſtehen werden.

Der Hauptbrennpunkt einer Kugel läßt ſich eben ſo leicht finden, wie bey einer Linſe. Es ſey M (Taf. 10. Fig. 38.) der Hauptbrennpunkt von Lichtſtrahlen, welche auf die erhabene Oberfläche AO auffallen. Man halbire MD in I, ſo iſt I der Hauptbrennpunkt der Kugel. Denn es werde der Lichtſtrahl GA durch die erhabene Oberfläche nach B und in B durch die hohle Oberfläche nach I zu gebrochen, und die verlängerten Linien IB und GA mögen einander in K treffen. Nun nehme man an, daß der Lichtſtrahl AB innerhalb der Kugel an beyden Stellen A und B heraus fahren. Da nun die Einfallswinkel CAB und CBA einander gleich ſind, ſo ſind auch die Brechungs-

winkel und der Unterſchied zwiſchen den Einfalls- und Brechungs-Winkeln einander gleich. Folglich ſind KAB und KBA ſo wie KA und KB einander gleich. Aber das Dreyeck BIM iſt dem Dreyecke KBA ähnlich, alſo iſt IB der Linie IM gleich, und ſo wie ſich B an D nähert, deſto näher kommt IB an Größe der Linie ID, das heißt, deſto mehr nähert ſich an Größe ID der Linie IM; und folglich halbirt der Hauptbrennpunkt die Linie DM, oder die kleinſte Entfernung des Hauptbrennpunkts der von der convexen Oberfläche gebrochenen Strahlen von der Kugel.

Nachdem wir auf dieſe Weiſe den Hauptbrennpunkt der Kugel gefunden haben, überlaſſe ich es dem Leſer, die ſcheinbaren Stellen der dadurch geſehenen Gegenſtände ſelbſt zu ſuchen. Denn die Art und Weiſe, wie hier zu verfahren iſt, habe ich bereits hinlänglich beſchrieben, und die Proportion iſt derjenigen ähnlich, auf welche wir bey der Betrachtung der Linſen gekommen ſind.

Sechstes Kapitel.

Vom Sehen und von Augengläſern.

Das Auge als eine optiſche Maſchine beſchrieben. — Fehler des Auges. — Kurzes und weites Geſicht. — Erſterer Fehler durch doppelt concave Gläſer; letzterer durch doppelt convexe verbeſſert. — Wie das Sehvermögen ohne Fehler erhalten wird. — Die ſcheinbare Größe eines Gegenſtandes hängt von ſeiner Entfernung ab. Sehwinkel. — Auf welche Art Augengläſer das Sehen befördern. —

Die Structur des Auges werde ich an einer andern Stelle beſchreiben *). Ich begnüge mich daher, hier das Auge als eine einfache Linſe zu betrachten, welche das Vermögen beſitzt, die darauf fallenden Lichtſtrahlen auf die Netzhaut hin zu brechen, woher wir dann alle unſre Geſichtsideen nehmen, und durch wiederhohlte Erfahrungen die Irrthümer verbeſſern, welche mittelſt dieſes Organs allein entſtehen würden.

Es ſtelle AB (Taf. 10. Fig. 39.) einen Abſchnitt vom Auge dar, MN ſey das Sehloch, AqpB die Netzhaut oder der über die innere Oberfläche des Auges ausgebreitete Sehnerve, qp endlich ſey das Bild von QP, welches durch die Linſe MN gemacht wird. Die Wirkung auf den Theil der Netzhaut qp verurſacht eine Empfindung, welche uns mittelſt des Geſichtes die Kenntniß äuſſerer Gegenſtände verſchafft.

*) Man ſ. Buch .. Kap. 41. Sinnwerkzeug des Geſichts.

Wäre nun die Linſe MN unbeweglich, ſo würde das Bild zweyer Gegenſtände in verſchiedenen Entfernungen von dem Auge nicht auf die Netzhaut fallen. Darum hat unſer Schöpfer die weiſe Einrichtung getroffen, daß wir das Vermögen beſitzen, die Linſe der Entfernung des Gegenſtandes anzupaſſen, auf welche Weiſe das Bild deſſelben immer auf die Netzhaut fallen kann. Dies iſt der Fall bey dem menſchlichen Geſchlechte überhaupt genommen, aber alle Perſonen beſitzen nicht dieſes Vermögen. Denn die Augen einiger ſind ſo eingerichtet, daß die Lichtſtrahlen entweder zu früh, oder zu ſpät zuſammen kommen, das heißt, das Bild entſteht an einer Stelle zwiſchen der Netzhaut und dem Sehloche, oder es würde hinter der Netzhaut entſtehen, wenn dieſe Haut weggeſchafft werden könnte. Deswegen können dergleichen Perſonen die Gegenſtände nicht deutlich ſehen. Um dieſen Mängeln abzuhelfen, bedient man ſich gewiſſer Gläſer, welche die Lichtſtrahlen in dem einen Falle zerſtreuen und in dem andern zuſammen bringen. Nehmlich kurzſichtige Perſonen, wie man ſie nennt, müſſen von doppelten Hohlgläſern; weitſichtige hingegen von doppelten Convexgläſern Gebrauch machen. Mittelſt der Hohlgläſer werden die auf das Auge auffallenden Lichtſtrahlen weiter auseinander gebracht, folglich wird auch das Auge, welches vorher dieſe Strahlen zu früh zuſammen lenkte, nunmehr in den Stand geſetzt, das Bild auf der Netzhaut hervorzubringen. Mittelſt der erhabenen Gläſer werden die Strahlen zuſammen gebracht, und folglich zeigt ſich das Bild, welches ſonſt hinter die Netzhaut gefallen ſeyn würde, nunmehro an ſeiner rechten Stelle auf der Netzhaut.

Wahrſcheinlich vergeht eine geraume Zeit, bevor das Kind im Stande iſt, ſich aller der Muſkeln zu bedienen, durch welche das Sehloch zuſammen gezogen oder erweitert wird, damit das Bild genau auf die Netzhaut falle. Dann müſſen alſo auch die Geſichtsideen im höchſten Grade unrichtig ſeyn. Anfangs werden alle Gegenſtände, einer wie

der andre, das Auge unmittelbar zu berühren ſcheinen, und die ſcheinbare Größe des Gegenſtandes wird von dem mit dem Bilde bedeckten Theile der Netzhaut abhängen. Nach und nach werden dieſe Ideen berichtigt und die Hände unterweiſen nach einigen ſchweren Verſuchen das Auge. Das Kind macht die Entdeckung, daß ſich Gegenſtände in einer Entfernung von ſeinem Körper befinden und daß diejenigen, welche denſelben Winkel an dem Sehloche machen, nicht immer eine und dieſelbe Größe beſitzen. Das Kind lernt nun nach und nach den Winkel, unter welchem ein Gegenſtand geſehen wird, und die Entfernung deſſelben mit einander zu vergleichen, und dieſe Ideen werden, zu Folge der Beſtimmung deſſelben im bürgerlichen Leben mehr oder weniger genau mit einander verbunden. Das Urtheil einer Perſon, welche an entfernte Gegenſtände gewöhnt iſt, findet man immer ſehr genau und zuverläſſig, indeß eine Perſon, welche ſich mit den feinern Werken der Kunſt beſchäftigt, ſich beſtändig bey derſelben entfernten Gegenſtänden täuſcht, und umgekehrt.

Ein Gegenſtand wirkt, wie ich bereits geſagt habe, verſchiedentlich auf unſer Geſicht, je nachdem der Winkel, unter welchem wir ihn ſehen, und die Entfernung deſſelben beſchaffen iſt.

Erſtlich werden verſchiedene Gegenſtände unter demſelben Winkel geſehen, ſo würden ſie einer Perſon, deren Urtheil hierüber noch nicht berichtigt wäre, von einer und derſelben Größe zu ſeyn ſcheinen. Denn ſie würden auf der Netzhaut daſſelbe Bild machen.

Finden ſich wiederum verſchiedene Gegenſtände in derſelben Entfernung vom Auge, ſo hängt die Größe der Sehewinkel und der kleinen Bilder auf der Netzhaut von der Größe der Gegenſtände ab.

Alſo ändert ſich die wirkliche Größe, wie die Entfernung, wenn der Sehwinkel derſelbe iſt. Sie ändert ſich hingegen wie der Sehwinkel, wenn die Entfernung dieſelbe iſt. Folglich ändert ſich die wirkliche Größe eines Ge-

genſtandes wie der Sehwinkel oder die ſcheinbare Größe in die Entfernung multiplicirt.

Durch wiederhohlte Verſuche kann das Geſicht einer jeden Perſon gar ſehr verbeſſert werden. Man nehme an, daß eine Elle in eine gewiſſe Entfernung vom Auge gebracht werde. Die ſcheinbare Größe der Elle und die Entfernung derſelben vom Auge präge ſich der Zuſchauer ſo feſt ins Gedächtniß, daß er, wenn die Elle wo anders hingebracht worden iſt, ſich wegbegeben und genau da wieder ſtehen bleiben kann, wo er von der Elle eben ſo weit, als Anfangs entfernt iſt. Auf dieſe Weiſe wird er ſich allmählig gewöhnen, die Größe der Gegenſtände ſo genau zu meſſen, daß er ſich ſehr wenig verrechnen wird. Was eine ſolche Perſon durch Verſuche zu bewerkſtelligen im Stande iſt, können wir durch die Theorie bewerkſtelligen. Wenn alſo die Entfernung eines Gegenſtandes und der Winkel, unter welchem wir ihn ſehen, gegeben ſind, ſo können wir ſeine wirkliche Größe ſehr genau beſtimmen. Es ſey QP (Fig. 40.) der Gegenſtand, O der Ort des Zuſchauers in der Entfernung von hundert Ruthen, und der Winkel, unter welchem wir denſelben ſehen, dreyſig Grad. Man nehme nun an, RS ſey eine Stange, genau eine Ruthe hoch, welche ſenkrecht in der Weite einer Ruthe von Oq aufgerichtet iſt, und bemerke den Winkel, unter welchem ſie geſehen wird. Dann iſt $QP : RS = QOP \times OQ : ROS \times OR$. Es ſey $ROS = a$, ſo iſt QP : einer Ruthe $= 30° \times 100$ Ruthen : a, alſo $QP = \frac{30 \times 100}{a}$.

Mittelſt derſelben Proportion können wir aus der wirklichen und ſcheinbaren Größe die Entfernung, oder aus der wirklichen Größe und der Entfernung die ſcheinbare Größe finden.

Denn da $QP : RS = QOP \times OQ$, ſo iſt $QP : 1 = QOP \times OQ : a$, folglich iſt $OQ \frac{a.\,QP}{QOP}$, und QOP iſt $= \frac{a.\,QP}{OQ}$.

Um ein Object ſehen zu können, muß, wie bemerkt worden iſt, auf die Netzhaut ein Eindruck gemacht werden. In deſſen gilt von dem Auge eben das, was von den übrigen Sinnwerkzeugen gilt, daß ein Eindruck nicht immer eine Empfindung hervorbringt. Es giebt einen Winkel qMp (Fig. 39.) von einer beſtimmten Größe *), die zwar in den Augen verſchiedener Perſonen verſchieden, aber immer ſo beſchaffen iſt, daß jeder unter einem kleinern Winkel geſehene Gegenſtand auf der Netzhaut keine ſolche Empfindung hervorbringt, als nöthig iſt, um eine beſtimmte Idee von dem Gegenſtande zu bekommen. Ueberhaupt genommen iſt dieſer Winkel ungefehr eine halbe Minute groß; und ein Jedweder kann die Stärke ſeines Geſichts prüfen, wenn er einen Gegenſtand von beſtimmter Länge nimmt, und denſelben in eine ſolche Entfernung ſtellt, daß er ſo eben aufhört, ſichtbar zu ſeyn, oder nur als ein Punkt erſcheint. Es ſey der Gegenſtand QP (Fig. 40.) in dieſe Entfernung gebracht. Man meſſe OQ und ſage, wie OQ zu QP, ſo der Halbmeſſer zu der Tangente des Winkels

*) Wenn die Entfernung eines Gegenſtandes vom Auge hinreichend groß iſt, daß die Lichtſtrahlen auf die Pupille in faſt paralleler Richtung auffallen können, ſo zeigt ſich der Gegenſtand deſto größer und deutlicher, je näher er an das Auge gebracht wird. Denn das Bild eines jeden Gegenſtandes auf der Netzhaut iſt im Verhältniß der ſcheinbaren Größe deſſelben größer oder kleiner. Befindet ſich der Gegenſtand zu nahe beym Auge, ſo fährt er zwar fort, ſich zu vergrößern, wird aber zugleich undeutlich. Die kleinſte Entfernung beträgt gegen ſechs Zoll.

Das Auge iſt im Stande Gegenſtände zu unterſcheiden, welche unter einem Winkel von einer halben Minute geſehen werden. In dieſem Falle iſt das Bild auf der Netzhaut ſchmäler, als $\frac{1}{7200}$tel eines Zolles, und der Gegenſtand ſelbſt, angenommen, daß ſeine Entfernung vom Auge ſechs Zoll beträgt, iſt ungefehr $\frac{1}{1200}$tel eines Zolles breit. Alle kleinere Gegenſtände ſind dem unbewaffneten Auge unſichtbar.

QOP. So findet man den Winkel QOP oder den kleinſten Winkel, unter welchem ein Gegenſtand geſehen wird.

Wenn ſich Gegenſtände über dieſer Entfernung hinaus finden, werden ſie uns unſichtbar. Sind wir nun im Stande, es durch irgend eine Kunſt zu bewerkſtelligen, daß ſie ſich uns ſo zeigen, als ob ſie innerhalb dieſer Weite wären, ſo erſcheinen ſie uns wie andre Gegenſtände, welche unter demſelben Winkel und in derſelben Entfernung geſehen werden. Auf dieſem Grundſatze beruhen viele von den Wirkungen der Gläſer und Teleſcope, welche ich zuvörderſt in den einfachſten Fällen betrachten will.

Wir wollen annehmen, in O (Fig. 40.) könne eine Perſon einen in der Weite Oq entfernten Gegenſtand deutlich ſehen; wenn aber derſelbe über dieſe Weite hinaus gerückt werde, ſo erſcheine er undeutlich. Es befinde ſich ein Gegenſtand in der Entfernung OQ. Mittelſt eines doppelten Hohlglaſes, welches die von Q divergirenden Lichtſtrahlen ſo bricht, daß ſie von q auszufahren ſcheinen, wird der Gegenſtand deutlich geſehen. Wenn hingegen eine Perſon alle Gegenſtände in der Entfernung QP deutlich, innerhalb dieſer Entfernung aber keinen ſehen kann, ſo wird ſie mittelſt eines doppelt erhabenen Glaſes, welches die von qp divergirenden Lichtſtrahlen dergeſtalt bricht, daß ſie QP auszufahren ſcheinen, den Gegenſtand Op deutlich gewahr werden können. Um alſo zu finden, durch welche Art von Linſengläſern ein Gegenſtand in irgend einer Entfernung ſichtbar wird, müſſen wir die Entfernung des Gegenſtandes und die beym deutlichen Sehen nothwendige Entfernung in Erwägung ziehen, Hieraus läßt ſich leicht eine Linſe finden, deren Brennweite ſo beſchaffen iſt, daß ſie den Gegenſtand in der gegebenen Entfernung ſichtbar macht.

Denn (Tafel 11. Fig. 41. 42.) ſind die Dreyecke QAq und Egq einander ähnlich, alſo iſt

$$QA : Qq = Eg : Eq, \text{ oder}$$
$$QE : Qq = Ef : Eq.$$

Alſo iſt

$$Ef = \frac{QE \times Eq}{Qq}$$

Das heißt, die Brennweite des Glaſes iſt dem Rechtecke unter den Entfernungen des deutlichen Sehens und des gegebenen Gegenſtandes, durch die Differenz dieſer Entfernungen dividirt, gleich.

Wenn in dem Falle kurzſichtiger Perſonen der Gegenſtand ſich in einer ſolchen Weite findet, daß die von demſelben nach dem Auge zu kommenden Lichtſtrahlen ſich als gleichlaufend betrachten laſſen, ſo kann man QE und Qq ohne einen weſentlichen Irrthum als gleichgroß anſehen, und die Brennweite des Glaſes iſt alsdann dem Abſtande des deutlichen Sehens gleich.

Wenn man bey der Wahl der Gläſer nicht aufmerkſam genug iſt, ſo kann man einen Fehler des Geſichts gar ſehr vermehren. Denn das Auge wird dann gewaltſam genöthigt, ſich dem Glaſe anzupaſſen. Die Erfahrung lehrt, daß kurzſichtige Perſonen, ſo wie ſie älter werden, oftmals ihr Geſicht verbeſſern, bey weitſichtigen hingegen wird das Geſicht durch das Alter ſchlimmer. Denn die Convexität in der Linſe nimmt bey beyderley Perſonen mit den Jahren ab *). In dem einen Falle nun war ſie zu groß, folglich iſt die Verminderung derſelben wohlthätig, hingegen in dem andern Falle war ſie bereits zu klein und ihre Verminderung muß alſo noch nachtheiliger werden.

*) Dies iſt die allgemein angenommene Meinung. Allein aus einigen Beobachtungen des Doktor Hoſack, welche in den Philoſoph. Transactions neuerlich bekannt gemacht worden ſind, hat man Grund zu ſchließen, daß die Erhabenheit und Höhlung der Kryſtallinſe ſich nicht, wie man allgemein glaubt, abändern, ſondern daß die Muſkeln des Auges, gleichwie andre Muſkeln, durch das Alter ſchwächer werden, und folglich

Mit einem einfachen Augenglaſe laſſen ſich die Geſichtsmängel in Beziehung auf viele Gegenſtände, welche entweder zu nahe oder zu entfernt ſind, bey Perſonen, die an dergleichen Mängeln leiden, heben. Wir haben aber ſchon geſehen, daß es für eine jede Perſon einen gewiſſen Winkel giebt, welcher ihr Geſicht begränzt, und daß folglich Gegenſtände, welche von ihr unter einem kleinern Winkel geſehen werden, ſich ihrem Auge undeutlich zeigen müſſen. Nun hat die Kunſt des Menſchen ein Mittel entdeckt, wodurch ſich dieſer Unvollkommenheit gröſtentheils abhelfen läßt. Nehmlich eine Verbindung von Gläſern öffnet den Menſchen ein weites Feld, die Wunder der Natur zu unterſuchen. Nicht nur kann er dem Gliederbau eines dem unbewaffneten Auge unſichtbaren Inſekts nachforſchen; er iſt auch im Stande, die himmliſchen Körper ſeinem Auge ſo weit zu nähern, als ob ihre Entfernung plötzlich um viele Millionen Meilen vermindert worden wäre.

alsdann nicht mehr, wie in frühern Perioden des Lebens im Stande ſind, die Entfernung der Netzhaut von der vordern Oberfläche des Auges abzuändern, und ſie der Weite des Gegenſtandes anzupaſſen. Ohne Zweifel wird dieſe Frage die Aufmerkſamkeit des Zergliederers und Naturforſchers beſchäftigen.

Siebentes Kapitel.

Von dem Sehen durch Vergrößerungs- und Ferngläſer.

Es ſtelle QP (Taf. 11. Fig. 43.) einen ſehr entfernten Gegenſtand vor. Die von demſelben kommenden Lichtſtrahlen ſollen, ehe ſie auf das Auge fallen, von zwey erhabenen Linſen aufgefangen werden, deren Entfernung von einander der Summe ihrer Brennweiten gleich iſt. Die Linſe AB heißt das Objektivglas, weil ſie dem Gegenſtande (Objecte) entgegen geſetzt iſt. Die Linſe CD heißt das Augenglas, weil ſie dem Auge am nächſten liegt. Da ſich der Gegenſtand in einer ſehr groſſen Entfernung befindet, ſo iſt das durch die Brechung gemachte Bild qp von dem Objektivglaſe um die Brennweite deſſelben entfernt. Folglich ſteht dieſes Bild auch von dem andern Glaſe genau um ſeine Brennweite ab, und die von irgend einem Punkte des Bildes divergirenden Lichtſtrahlen bewegen ſich, nachdem ſie durch das Augenglas gebrochen worden ſind, mit einer von jenem Punkte durch den Mittelpunkt des Glaſes gezogenen Linie gleichlaufend. Der Fortgang der Lichtſtrahlen, mittelſt welcher der Gegenſtand geſehen wird, läßt ſich alſo leicht zeichnen. Ein Strahl Po wird durch das Objektivglas in der Richtung PApD, und durch das Augenglas in der Richtung dO mit pE parallel gebrochen. Alſo iſt der Winkel, unter welchem das Bild geſehen wird, dem Winkel qEp gleich, und der Winkel, unter welchem der Gegenſtand ſich dem unbewaffneten Auge gezeigt haben würde, iſt dem Winkel qFp gleich. Es verhält ſich alſo die Größe des von dem unbewaffneten Auge geſehenen Gegenſtandes zu der Größe deſſelben, wenn man ihn mittelſt der Gläſer ſieht, wie qFp : qEp, das iſt, wie qE : qF,

oder wie die Brennweite des Augenglaſes zu der Brennweite des Objektivglaſes.

Durch dieſe einfache Verbindung der Gläſer zeigt ſich ein Gegenſtand umgekehrt. Allein dieſer Umſtand iſt bey aſtronomiſchen Beobachtungen von keinem Belange, und für Gegenſtände auf der Erde bedient man ſich verſchiedener Einrichtungen, um dieſen Umſtand zu berichtigen.

Der ſichtbare Theil des Gegenſtandes hängt ſeiner Größe nach von der Größe des Augenglaſes ab. Es ſtelle Ap einen äuſſerſten Lichtſtrahl vor, welcher durch das Objektivglas gebrochen wird. Hat nun das Augenglas eine ſolche Größe, daß es denſelben aufzufangen im Stande iſt, ſo zeigt ſich der Gegenſtand ganz und vollkommen. Iſt hingegen das Augenglas zu dieſer Abſicht zu klein, ſo ziehe man D und A, C und B, die Enden der Linſen, zuſammen, und der Theil des Bildes, welcher durch dieſe Linien abgeſchnitten wird, giebt den verhältnißmäßigen Theil des Gegenſtandes, welcher unſichtbar bleibt, zu erkennen.

Da die Brennweiten zweyer Linſen in einem jeden Verhältniß angenommen werden können, ſo ſollte es ſcheinen, daß, um uns mit den entfernteſten himmliſchen Körpern genau bekannt zu machen, nichts nothwendiger ſey, als zwey Linſen von beſtändigen Brennweiten zu nehmen. Aber nach einer gewiſſen Länge wird die Schwierigkeit, dieſe Gläſer zu handhaben, unüberſteiglich; und was entfernte Gegenſtände auf der Erde betrifft, ſo machen die Dünſte, wenn die vergrößernde Kraft über hundert beträgt, das Sehen undeutlich.

Die Breite des Objektivglaſes iſt, in Rückſicht des Vermögens zu vergrößern, von keinen Folgen. Denn ſie mag beſchaffen ſeyn, wie ſie immer will, ſo entſteht doch das Bild immer in der Entfernung ſeiner Brennweite. Aber die Helligkeit des Bildes wird durch die Breite des Glaſes

vermehrt. Denn alsdann kann eine größere Menge Lichtſtrahlen von jedem gegebenen Punkte des Gegenſtandes divergiren.

Um das Bild in eine aufrechte Lage zu bringen, werden zwey andre erhabene Linſen von gleich großen Brennweiten erfordert. Die aus dem Augenglaſe fahrenden Lichtſtrahlen werden von der erſtern dieſer Linſen aufgefangen und in der Entfernung ihrer Brennweite in Punkte zuſammen gelenkt; von da fahren ſie wieder auseinander und indem ſie von der andern Linſe in der Entfernung ihrer Brennweite aufgefangen werden, bewegen ſie ſich hierauf den Linien parallel, welche man von jedem Punkte durch den Mittelpunkt der Linie zieht. Das erſte Bild des Gegenſtandes QP (Fig. 44.) iſt demnach qp, das zweyte KI. Die ſcheinbare Größe des Gegenſtandes wird durch dieſe Gläſer nicht verändert, und beruht, wie vorher, auf den Brennweiten des Objektivglaſes und der demſelben am nächſten gelegenen Linſe. Jedoch wird auf dieſe Weiſe die Helligkeit des Gegenſtandes vermindert. Denn es gehen verſchiedene Lichtſtrahlen in ihrem Durchgange durch die zwey neu hinzu gekommenen Gläſer verlohren.

Setzt man auf dieſe Weiſe Gläſer zuſammen, und bringt ſie in einer Röhre an, ſo bekommt man ein Werkzeug, welches den Nahmen eines brechenden Teleſkops führt. Das letztere Wort zeigt, zu Folge ſeiner Bedeutung in der griechiſchen Sprache die Eigenſchaft an, mittelſt deſſelben Werkzeuges Gegenſtände in einer Entfernung ſehen zu können.

Indem man die Gläſer in dieſer Röhre befeſtigt, muß man dafür ſorgen, daß die Achſen der Linſen zuſammen fallen; widrigenfalls das Sehen, was ſich aus unſern Grundſätzen von ſelbſt ergiebt, undeutlich werden muß.

Anſtatt der zwey hinzu geſetzten Gläſer veränderte Galiläi das erhabene Augenglas in ein hohles, wodurch

er, in Rückſicht auf die Kraft zu vergrößern, dieſelbe Wirkung erhielt. Iſt (Fig. 45.) qp das Bild von OP, ſo bringt man eine doppelt hohle Linſe zwiſchen dieſes Bild und das Objektivglas, ſo ſcheinen die nach p zu convergirenden Lichtſtrahlen von R auszufahren, und IR, das vom Auge in O geſehene Bild, zeigt ſich in aufrechter Stellung. Je näher ſich in dieſem Falle das Auge bey dem Glaſe befindet, und je größer das Sehloch iſt, deſto mehr erblickt man von dem Gegenſtande.

Ein Mikroſkop, das heißt, ein Inſtrument, welches beſtimmt iſt, kleine Gegenſtände zu betrachten, wird genau nach den nehmlichen Grundſätzen verfertigt. Eine gläſerne Kugel, oder eine doppelt erhabene Linſe entſpricht nach demjenigen, was geſagt worden iſt, dieſer Abſicht; oder ein kleiner Gegenſtand, welchen man durch zwey erhabene Linſen betrachtet, wird in dem Verhältniß der Brennweite des Objektivglaſes zu der Brennweite des Augenglaſes vergrößert *). In jedem Falle, wie wir auch immer unſre Gläſer zuſammen ſetzen, um ihr Vergrößerungs-Vermögen zu entdecken, brauchen wir nur die Winkel mit einander zu vergleichen, unter welchen wir den Gegenſtand durch das Augenglas ſehen, und unter welchem wir ihn mit dem unbewaffneten Auge geſehen haben würden.

*) Mikroſkope werden auf zwey verſchiedene Weiſen zuſammen geſetzt; die eine beſteht darin, daß man eine erhabene Linſe zwiſchen dem Gegenſtande und dem Auge anbringt, um den Gegenſtand in einer kleinern Entfernung, als ſechs Zoll, deutlich zu machen, durch welches Mittel ſeine ſcheinbare Größe in dem Verhältniſſe zunimmt, in welchem die Entfernung abnimmt. Nach der andern Weiſe bringt man den Gegenſtand in Beziehung auf eine erhabene Linſe in eine ſolche Lage, daß ſein Bild im Brennpunkte viel größer wird, als der Gegenſtand ſelbſt, wo man denn dieſes Bild anſtatt des Gegenſtandes betrachtet. Die erſtern Mikroſkope nennt man einfache

Aus Gründen, welche hernach angegeben werden ſollen, hat man anſtatt bloſer Linſengläſer Spiegelflächen und Linſen zuſammengeſetzt. Dieſe höchſt nützlichen Vorrich-

Vergrößerungsgläſer; die leztern zuſammengeſezte oder doppelte.

Der Mechanismus der erſtern beruht auf folgenden Sätzen. Man nehme an, ein kleiner Gegenſtand befinde ſich ſehr nahe am Auge, ſo daß der Winkel ſeiner ſcheinbaren Größe ſehr groß iſt. Dann iſt das Bild deſſelben auf der Nezhaut gleichfalls ſehr groß; weil aber die Strahlenbüſchel allzuſehr auseinander fahren, als daß ſie ſich in ihre Brennpunkte auf der Nezhaut zuſammen lenken ließen, ſo kann das Bild ſich nicht anders, als ſehr undeutlich und verworren zeigen. Nun bringe man eine erhabene Linſe ſo dazwiſchen, daß die Entfernung zwiſchen demſelben und dem Gegenſtande der Brennweite gleich iſt, wo ſich Parallelſtrahlen vereinigen würden. Alsdann werden ſich die Lichtſtrahlen, welche von dem Gegenſtande ausfahren, und durch die Linſe hindurch gehen, in paralleler Richtung fortbewegen und eben ſo auch in das Auge treten. Sie werden ſich folglich darin vereinigen und auf der Nezhaut ein deutliches Bild darſtellen, und man wird den Gegenſtand mit vollkommener Deutlichkeit gewahr werden, ob er gleich, wenn man ihn ſechs Zoll weit entfernen wollte, ſeiner Kleinheit wegen unſichtbar werden würde.

Die am meiſten erhabenen Linſen müſſen, weil ſie die kürzeſte Brennweite paralleler Strahlen haben, am allermeiſten vergrößern. Denn ſie laſſen den Gegenſtand näher an das Auge bringen, als diejenigen, welche flacher ſind.

Ein Tropfen Waſſer iſt wegen ſeiner erhabenen Oberfläche eine Art von Vergrößerungsglas. Denn wenn man in eine metallene Platte, oder irgend eine andre dünne Subſtanz ein kleines Loch macht, und daſſelbe ſorgfältig mit einem Tropfen Waſſer ausfüllt, ſo kann man hierdurch kleine Gegenſtände ſehr deutlich und in einem hohen Grade vergrößert gewahr werden.

In dem zuſammengeſezten Vergrößerungsglaſe betrachtet man das Bild anſtatt des Gegenſtandes. Es iſt von zweyerley Art, nehmlich entweder das ſogenannte Sonnen= oder das gemeine doppelte Mikroſkop. Bey dem leztern betrachtet man das Bild

tungen heißen jetzt, nach dem Nahmen ihrer Erfinder, das Newtoniſche, Gregoryſche *) und Herſchelſche Teleſcop.

Das Spiegelteleſkop nach Gregoryſchen Grundſätzen, welches das gemeinſte iſt, weil man es im Gebrauche am bequemſten gefunden hat, wird auf folgende Weiſe zuſammengeſetzt.

Im Grunde der großen Röhre TTTT, (Taf. 12. Fig. 46.) iſt ein großer Hohlſpiegel DUVF angebracht, deſſen Hauptbrennpunkt ſich in m findet. In der Mitte dieſes Spiegels ſieht man ein rundes Loch P, welchem der kleine Spiegel L entgegen geſetzt iſt. Dieſer kleinere Spiegel iſt auf der nach dem größern hingerichteten Seite hohl

durch eine einzelne Linſe auf dieſelbe Weiſe, wie den Gegenſtand bey einem einfachen Mikroſkope.

Die Einrichtung des Sonnenmikroſkops iſt folgende. Man bringt eine erhabene Linſe in einem verfinſterten Zimmer einem Loch gegenüber an. Wenn man nun den Gegenſtand in die gehörige Entfernung von der Linſe bringt, ſo convergirt der Strahlenbüſchel von dem einen Endpunkte des Gegenſtandes in einem Brennpunkte auf einer Wand. Der Strahlenbüſchel, welcher von dem andern Endpunkte herkommt, wird in einen andern Brennpunkt zuſammen gelenkt, und die Zwiſchenpunkte des Gegenſtandes bilden ſich in ein Gemählde ab, welches an Größe den Gegenſtand in dem Verhältniſſe übertrift, in welchem die Entfernung der Wand größer, als die des Bildes von der Linſe iſt.

*) Der Unterſchied zwiſchen den Newtoniſchen und Gregoryſchen Spiegelteleſkopen beſteht in folgendem. Bey dem erſtern ſieht der Zuſchauer auf der Seite durch eine Oeffnung in einen ebenen Spiegel, vermittelſt deſſen die von dem Hohlſpiegel zurückgeworfenen Strahlen nach dem Augenglaſe reflectirt werden. Hingegen bey dem letztern ſieht der Zuſchauer, wie ſogleich erhellen wird, durch das gewöhnliche Augenglas, welche Einrichtung überhaupt genommen bequemer iſt. Man bedient ſich daher auch aus dieſem Grunde jetzt dieſes Teleſkops am meiſten.

und an einem ſtarken Drahte M dergeſtaltet befeſtiget, daß er mittelſt einer langen Schraube auf der innern Seite der Röhre von dem größern Spiegel weiter entfernt, oder demſelben näher gebracht werden kann, indem zugleich ſeine Achſe mit der Achſe des größern immer in einer und derſelben Linie Pmn bleibt. Da wir nun, wenn wir einen ſehr weit entfernten Gegenſtand betrachten, nicht wohl einen Punkt davon, ſondern ein wenigſtens eben ſo breites Stück, als der große Spiegel iſt, ſehen können, ſo dürfen wir annehmen, daß die Strahlen eines jeden Lichtbüſchels, welcher von jedem Punkte des Gegenſtandes ausfließt, einander gleichlaufend ſind, und die ganze Spiegelfläche DUVF bedecken. Um aber in der Figur alle Verwirrung zu vermeiden, wollen wir nur zwey Strahlen eines von jedem Endpunkte des Gegenſtandes in die große Röhre fließenden Lichtbüſchels ziehen, und den Weg derſelben durch alle ihre Zurückwerfungen und Brechungen bis zu dem Auge f an dem Ende der kleinen Röhre, tt, welche mit der groſſen verbunden iſt, verfolgen.

Nun wollen wir annehmen, der Gegenſtand AB befinde ſich in einer ſolchen Entfernung, daß die Lichtſtrahlen C aus einem unterm Endpunkte B, und die Lichtſtrahlen E, aus einem obern Endpunkte A ausfließen. Da nun die Strahlen C auf den großen Spiegel in D gleichlaufend auffallen, ſo werden ſie von da in der Richtung DG convergirend zurückgeworfen. Hierauf durchſchneiden ſie bey I den Hauptbrennpunkt des Spiegels, und bilden daſelbſt das obere Ende I des umgekehrten Bildes IK, welches dem untern Ende B des Gegenſtandes AB ähnlich iſt. Hierauf gehen ſie nach dem Hohlſpiegel L hin, deſſen Brennpunkt ſich in n befindet, und fallen auf denſelben in g. Von da werden ſie nach der Richtung gN convergirend zurückgeworfen, weil gm länger iſt, als gn. Indem ſie nun durch das Loch P in dem großen Spiegel hindurch fahren, würden ſie irgendwo um r herum zuſammen-

treffen, und daſelbſt das untere Ende b des aufrechten Bildes ab, welches dem untern Ende B des Gegenſtandes AB ähnlich iſt, bilden. Aber indem ſie durch das plan-convexe Glas R auf ihrem Wege gehen, ſtellen ſie dieſes Ende des Bildes in b dar. Auf dieſelbe Weiſe werden die Strahlen E, welche von der Spitze des Gegenſtandes AB herkommen, und auf den großen Spiegel in F parallel auffallen, von da nach dem Brennpunkte deſſelben convergirend zurückgeworfen. Daſelbſt bilden ſie das untere Ende K des umgekehrten Bildes IK, welches dem obern Ende K des Gegenſtandes AB ähnlich iſt. Indem ſie hierauf nach dem kleinen Spiegel L hingehen, und auf demſelben in h auffallen, werden ſie von da in der convergirenden Richtung hO zurückgeworfen. Nun gehen ſie durch das Loch P des großen Spiegels. Sie würden ſich irgend wo um q vereinigen und daſelbſt das obere Ende a des aufrechten Bildes ab, welches dem obern Ende A des Gegenſtandes AB ähnlich iſt, darſtellen. Aber indem ſie auf ihrem Wege durch das erhabene Glas hindurch gehen, durchkreuzen ſie einander eher, zum Beyſpiel, in a, wo ſich denn dieſer Punkt des aufrechten Bildes erzeugt. Da nun daſſelbe von allen den Strahlen gilt, welche aus den Zwiſchenpunkten des Gegenſtandes zwiſchen A und B ausflieſſen, und in die Röhre TT eintreten, ſo müſſen ſich auch alle Zwiſchenpunkte des Bildes zwiſchen a und b abformen. Indem nun zulezt die Lichtſtrahlen von dem Bilde durch das Augenglas S, und durch ein kleines Loch e am Ende der kleinern Röhre tt hindurch gehen, ſo kommen ſie in das Auge f, welches das Bild ab vermittelſt des Augenglaſes unter dem großen Winkel ced, folglich unter der ſcheinbaren Größe cd gewahr wird.

Bey den beſten Spiegelteleſkopen fällt der Brennpunkt des kleinen Spiegels mit dem Brennpunkte m des großen, wo ſich das erſte Bild IK erzeugt, niemals zuſammen, ſondern in Beziehung auf das Auge etwas über den-

ſelben hinaus, wie in n. Die Folge davon iſt, daß die Strahlen der Lichtbüſchel nach der Zurückwerfung von dem kleinen Spiegel ſich nicht parallel fortbewegen, ſondern ſo convergiren, daß ſie in Punkten um g, e, i, herum einander ſchneiden, und daſelbſt ein größeres aufrechtes Bild, als ab, darſtellen würden, wenn das Glas R ihnen nicht im Wege wäre. Dann würde man dieſes Bild mittelſt eines einfachen Augenglaſes, welches zwiſchen dem Bilde und dem Auge gehörig angebracht wäre, ſehen können, aber das Geſichtsfeld wäre dann auch kleiner und folglich minder angenehm. Aus dieſem Grunde behält man das Glas R, um den Umfang des Geſichtsfeldes zu erweitern, bey.

Um die vergrößernde Kraft dieſes Teleſkops zu finden, multiplicire man die Brennweite des großen Spiegels durch die Entfernung des kleinen Spiegels von dem zunächſt bey dem Auge befindlichen Bilde; ferner multiplicire man die Brennweite des kleinen Spiegels durch die Brennweite des Augenglaſes; alsdann dividire man das Product der erſtern Multiplication durch das Product der letztern, ſo drückt der Quotient die vergrößernde Kraft aus *).

Die unermeßlich kräftigen Teleſkope des Doktor Herſchels ſind von einer verſchiedenen Zuſammenſetzung. Dieſer fleißige Aſtronom hat verſchiedene Spiegelteleſkope verfertiget, welche ſo vollkommen ſind, daß ſie einen entfernten Gegenſtand mehr als ſechstauſend Mal im Durchmeſſer vergrößern können **). Der Gegenſtand wird, wie beym Gregoryſchen Teleſkope von einem Spiegel zurückgeworfen, und eine Linſe fängt die Lichtſtrahlen in der gehörigen Entfernung auf. Der Beobachter kehrt ſeinen Rücken nach dem Gegenſtande und ſieht durch die Linſe nach dem Spiegel. Das Vergrößerungsvermögen iſt in dieſem

*) Man ſ. Ferguſon's Lectures p. 235.

**) Man ſ. Philoſoph. Transact. 1784.

Falle, wie bey dem Newtoniſchen Teleſkope. Da aber kein zweyter Spiegel angebracht iſt, ſo iſt die Helligkeit des in dem Herſchelſchen geſehenen Gegenſtandes größer, als bey dem Newtonſchen Teleſkope.

Es giebt verſchiedene beluſtigende optiſche Täuſchungen, welche durch eine ſchickliche Verbindung ebener oder erhabener Gläſer bewirkt werden. Die Gränzen dieſes Werks erlauben mir nicht, mehr als zwey Vorrichtungen dieſer Art anzuführen. Dies ſind die Zauberlaterne und die dunkle Kammer.

Die Zauberlaterne iſt ein Mikroſkop, welches nach einerley Grundſätzen mit dem Sonnenmikroſkope eingerichtet iſt. Man kann ſich derſelben mit gutem Erfolge bedienen, wenn man kleine durchſichtige Gegenſtände vergrößern will. Ueberhaupt genommen aber braucht man ſie nur zum Vergnügen, indem man das Bild eines kleinen durchſichtigen Glasgemähldes in der Brennweite von dem Inſtrumente auf eine weiße Wand fallen läßt.

Es befinde ſich ein Licht oder eine Lampe C (Fig. 47.) innerhalb eines Käſtchens, ſo daß das Licht durch die planconvexe Linſe NN hindurch fallen und den Gegenſtand OB ein umgekehrtes und von NN bewegliches, durchſichtiges Glasgemählde ſtark erleuchten kann. Man bewegt das Glas, indem man den Rahm, worin es befeſtigt iſt hin und her ſchiebt. Die Erleuchtung kann noch mehr vergrößſert werden, wenn man das Licht von einem Hohlſpiegel SS zurückwerfen läßt, welcher ſich an der der Linſe gerade entgegen geſetzten Seite des Käſtchens befindet, und das Licht, wie die Figur zeigt, auf die Linſe NN fallen läßt. Endlich bringt man eine Linſe LL, welche in einer beweglichen Röhre befeſtigt iſt, in die gehörige Entfernung von dem Gegenſtande OB. Auf dieſe Weiſe zeigt ſich auf der gegenüber ſtehenden Wand ein großes aufwärts gekehrtes Bild IM.

Die dunkle Kammer verhält ſich zu dem Teleſkope eben ſo, wie das Sonnenmikroſkop zu dem gemeinen doppelten Mikroſkope. Der Mechaniſmus derſelben iſt folgender.

Es ſtelle CD (Fig. 48.) ein finſteres Zimmer vor, welches bey L eine Oeffnung hat, worin man eine erhabene Linſe angebracht hat, deren Krümmung ſo beſchaffen iſt, daß der Brennpunkt gleichlaufender Lichtſtrahlen auf die gegenüber ſtehende Wand auffällt. Iſt nun AB ein Gegenſtand in einer ſolchen Entfernung, daß die Lichtſtrahlen, welche von irgend einem gegebenen Punkte ſeine Oberfläche nach der Linſe L kommen, als parallel angeſehen werden können, ſo bildet ſich ein umgekehrtes Gemählde des Gegenſtandes auf der gegenüber ſtehenden Wand ab. Denn der Strahlenbüſchel, welcher von A ausgeht, vereinigt ſich in a, der von B ausfahrende in b, und ſo werden alle Zwiſchenpunkte des Gegenſtandes zwiſchen a und b abgebildet *).

*) Man ſ. *Nickolſon's* natural philosophy Vol. I. 347.

Achtes Kapitel.

Von der verſchiedenen Brechbarkeit der Lichtſtrahlen und von den Farben *).

Fehler und Unbequemlichkeiten an optiſchen Inſtrumenten von der verſchiedenen Brechbarkeit des Lichts. — Newton entdeckte, als er ſich dieſen Fehlern abzuhelfen bemühte, eine neue Eigenſchaft des Lichts. — Erſcheinungen und Urſache der Farben. — Achromatiſche Fernröhre — Das Auge, ein achromatiſches optiſches Inſtrument. — Verſuche mit Farben — Urſache der dauerhaften Farbe undurchſichtiger Körper. —

In den vorhergehenden Kapiteln haben wir geſehen, daß, wenn man die Brennpunkte ſucht, einige Irrthümer durch die Brechung in einer jeden Oberfläche, ſo wie durch die Zurückwerfung von allen ſphäriſchen Oberflächen, nothwendig entſtehen müſſen. Wenn parallele Lichtſtrahlen durch eine Linſe gebrochen werden (wie zum Beyſpiel in Taf. 12. Fig. 49.), ſo wird der Lichtſtrahl, je weiter er

*) Ich habe hierüber zum Theil ſchon in dem erſten und zweyten Kapitel dieſes Buchs geſprochen, wo ich genöthigt war, von den das Licht betreffenden Entdeckungen und von den allgemeinen Eigenſchaften deſſelben überhaupt zu handeln. Indeſſen wird der Leſer keine Urſache haben, mit einer kleinen Wiederhohlung unzufrieden zu ſeyn, weil der Gegenſtand einem Anfänger doch nicht ganz deutlich iſt, und dem Gedächtniſſe nicht tief genug eingeprägt werden kann.

vom Mittelpunkte der Linſe entfernt iſt, deſto mehr von dem Punkte F, welchen wir den Brennpunkt nannten, abweichen. Dieſe Abweichung MF heißt die Längenabweichung, ſo wie FN die Breitenabweichung. Und da wir auf einem Stücke Papier einen kleinen Kreis durch die von einer erhabenen Linſe aufgefangenen Sonnenſtrahlen bilden ſehen, ſo beruht die Größe deſſelben auf ſeinem Halbmeſſer, das iſt, auf der Breitenabweichung FN.

Dieſe Abweichung hängt von der Oeffnung des Glaſes AB ab, und ſie wächst nicht in dem einfachen, ſondern in dem dreyfachen Verhältniſſe der halben Oeffnung *). Wenn alſo PV und pV daſſelbe Glas mit verſchiedenen Oeffnungen PH und pE darſtellen, ſo verhält ſich die Breitenabweichung NF in dem erſten Falle zu der Breitenabweichung nF in dem zweyten Falle, wie der Würfel von PH zu dem Würfel von pE.

*) Es ſeyen Ka, Lb (Taf. 15. Fig. 59.) zwey parallele Lichtſtrahlen, welche auf die hohle brechende Oberfläche ACB in a, b auffallen. Man ſoll m den Durchſchnittspunkt dieſer Strahlen nach der Brechung finden. Man ziehe EI, EH, die Sinus des Einfalls- und des Brechungswinkels. Aus dem Punkte H ziehe man HG ſenkrecht auf den Halbmeſſer Eb und aus G ziehe man Gm parallel mit den einfallenden Strahlen, welche Linie den gebrochenen Strahl bf in m ſchneidet, ſo iſt m der geſuchte Punkt.

Denn es iſt AaE = amc x acm = amc x cEb x cbE, alſo AaE — cbE = amc x cEb = dem Increment des Brechungswinkels, und cEb = dem Increment des Einfallswinkels.

Es verhält ſich alſo das Increment des Einfallswinkels zu dem Incremente des Brechungswinkels, wie aEb : aEb x amb.

Alſo iſt aEb : amb = das Increment des Einfallswinkels : dem Increment des Brechungswinkels — dem Incremente des Einfallswinkels.

In Erwägung derer Irrthümer, welchen die Naturforſcher auf dieſe Weiſe wegen der ſphäriſchen Geſtalt ihrer Gläſer ausgeſetzt waren, richteten ſie lange Zeit ihre Aufmerkſamkeit dahin, verſchiedene Mittel zu entdekken, wodurch ſich die Lichtſtrahlen genauer in einen Brennpunkt zuſammen lenken ließen. Der größte aller Natur-

Wenn aber die Sinus von Winkeln zu einander in einem gegebenen Verhältniſſe ſtehen, ſo ändern ſich die Incremente der Winkel, wie ihre Tangenten.

Es verhält ſich aEb : amb = die Tangente des Einfallswinkels: der Tangente des Brechungswinkels — der Tangente des Einfallswinkels.

Aber HG iſt die Tangente des Brechungswinkels HbG und OG iſt die Tangente des Einfallswinkels ObG.

Alſo iſt aEb : amb = OG : HO.

Aus dem Mittelpunkt m beſchreibe man mit dem Halbmeſſer mb den Bogen bd, ſo iſt aEb : amb = $\frac{ab}{Eb} : \frac{bd}{bm}$.

Nun iſt ab : bd = Eb : bH.

Daher iſt bM : bH = OG : HO. Gm, wodurch die Punkte g und m vereinigt werden, iſt den einfallenden Lichtſtrahlen gleichlaufend. Wenn man folglich von G mit den einfallenden Strahlen eine Parallellinie zieht, ſo iſt der Durchſchnittspunkt der gebrochenen Strahlen beſtimmt.

Da nun bH = bE x Coſ. EbH (den Halbmeſſer zur Einheit angenommen), ſo findet man die Entfernung des Durchſchnittes von dem Einfallspunkte durch folgendes Verhältniß. Wie ſich die Differenz der Tangenten des Einfalls- und Brechungswinkels zu der Tangente des Einfallswinkels verhält, ſo verhält ſich der Halbmeſſer der Oberfläche, durch den Coſinus des Brechungswinkels multiplicirt, zu dem Abſtande des Durchſchnittspunktes von dem Einfallspunkte.

Die Entfernung mg des Durchſchnittspunktes m von der Axe CF ändert ſich, wie der Würfel der halben Oeffnung der ſphäriſchen Oberfläche.

Denn mg = DG = EG x Sin. GED = EG x Sin. EbI.

forſcher, Newton ſelbſt, war eben bemüht, einen Spiegel von paraboliſcher Form zu machen, welcher, wenn ihm ſein Verſuch gelungen wäre, dieſer Unbequemlichkeit offenbar abgeholfen haben würde, als ſeine Gedanken eine ganz andre Richtung durch eine Entdeckung bekamen, wodurch er lernte, daß die von der ſphäriſchen Form ſeiner

EG = HE x Coſ. HEG = HE x Sin. HbE.

HE = Eb x Sin. HbE.

Alſo iſt mg = Eb x $(\text{Sin. HbE})^2$ x Sin. EbI.

Aber Sin. HbE ändert ſich wie Sin. EbI, und Eb iſt eine beſtändige Größe.

Alſo ändert ſich mg, wie $(\text{Sin. EbI})^3$ das iſt, wie (EI^3) das iſt, wie der Würfel der halben Oeffnung.

Nimmt man nun an, daß die Linie mg ſich in paralleler Richtung mit ſich ſelbſt auf der Axe CF bewegt, und daß man ſie an jeder Stelle der Würfel der halben Oeffnung proportionell macht, ſo erzeugt ſich eine krumme Linie, deren Tangenten die gebrochenen Lichtſtrahlen ſind, und da die anliegenden Lichtſtrahlen einander in den Punkten m oder den Endpunkten der Ordinaten durchkreuzen, ſo iſt das Licht in dieſen Punkten ſtärker, als innerhalb der Fläche der krummen Linie. Die auf dieſe Weiſe gebildete krumme Linie, welche die Erfahrung uns in verſchiedenen Fällen zeigt, führt den Nahmen der **Brennlinie** (linea cauſtica).

Alle die Lichtſtrahlen, welche auf die Oberfläche bC auffallen, gehen in den Raum mg hinein. Wenn folglich die Sonnenſtrahlen durch eine hohle Oberfläche gebrochen, und von einem undurchſichtigen Körper, welcher auf der Axe in der Entfernung Cg ſenkrecht ſteht, aufgefangen werden, ſo bildet ſich ein Lichtkreis, deſſen Dichte am Umfange größer, und in dem Mittelpunkte am kleinſten iſt. Ob aber ſchon alle gebrochene Lichtſtrahlen durch die Fläche eines Kreiſes in der Entfernung Cg, deſſen Durchmeſſer mi iſt, hindurch gehen, ſo werden ſie doch in einer größern Entfernung von der Oberfläche durch einen noch viel kleinern Kreis np gehen. Wenn der letztere Kreis am kleinſten iſt, ſo nennt man ihn den **Kreis der kleinſten Zerſtreunng**, und in dieſem Kreiſe iſt die Dichte der Lichtſtrahlen, und folglich auch die Hitze am größten. In dieſem Kreiſe iſt die Dichte der Strahlen am größten im Mittel-

Gläſer herrührenden Irrthümer von wenigem Belange wären, wenn er ſie mit demjenigen verglich, was aus der ſo eben entdeckten Eigenſchaft der Lichtſtrahlen folgte. Er machte nehmlich nun die Entdeckung, daß ein jeder Lichtſtrahl, ungeachtet ſeiner auſſerordentlichen Feinheit, aus ſieben andern Strahlen zuſammengeſetzt ſey, aus deren verſchiedenen Verbindungen alle die ſchönen Farben in der Natur entſtehen.

Der Verſuch, auf welchen ſich dieſe Entdeckung gründet, wird von Newton ſelbſt mit folgenden Worten beſchrieben: „In einem ſehr finſtern Zimmer brachte ich an „einem runden Loche F (Taf. 13. Fig. 50.), das ungefehr „einen Drittelzoll breit war, und ſich in einem Fenſterla„den befand, ein gläſernes Priſma ABC an, um damit „den Strahlenbüſchel SF, welcher in dieſes Loch fiel, auf„wärts nach der gegenüber ſtehenden Wand zu brechen, „und daſelbſt ein gefärbtes Bild der Sonne PT darzuſtel„len. Die Axe des Priſma, das heißt, die Linie, welche „durch die Mitte des Priſma von dem einen Ende deſſel„ben zu dem andern der Kante des brechenden Winkels „gleichlaufend geht, war in dieſem und den folgenden Ver„ſuchen auf die einfallenden Lichtſtrahlen ſenkrecht. Um „dieſe Axe drehte ich das Priſma langſam und ſahe das ge„brochene Licht auf der Wand oder das farbige Sonnen„bild Anfangs niederwärts und dann aufwärts ſteigen. „Zwiſchen dieſem Niederwärts- und Aufwärtsſteigen hiel-

punkte. Zwiſchen dem Mittelpunkte und dem Umfange nimmt ſie bis an eine Stelle hin ab, wo ſie am kleinſten iſt, von welcher Stelle ſie folglich wieder nach dem Umfange hin zunimmt. Die Unterſuchung dieſer Eigenſchaft würde uns zu weit in das Gebiete der höhern Mathematik führen. Inzwiſchen zeigt das Geſagte hinlänglich die Beſchaffenheit der Zerſtreuung der Lichtſtrahlen durch die Figur der Oberfläche, wodurch, wie man jetzt weiß, in Vergleichung mit dem durch die Brechbarkeit verurſachten Irrthum eine viel größere Irrung entſteht, als unſer erſter Naturforſcher glaubte.

„te ich, wenn das Bild ſtill zu ſtehen ſchien, das Priſma „an und befeſtigte es in dieſer Lage“.

„Dann ließ ich das gebrochene Licht auf einen Bogen „weißes Papier MN, welcher auf der gegenüber ſtehen„den Wand des Zimmers angebracht war, ſenkrecht fal„len, und beobachtete die Geſtalt und die Dimenſionen des „auf dem Papiere durch dieſes Licht dargeſtellten Sonnen„bildes PT. Dieſes Bild war länglicht und nicht oval, „ſondern von zwey rechtlinigten und parallelen Seiten, „und zwey halbkreisförmigen Enden begränzt. An den bey„den Seiten war es ziemlich genau abgeſchnitten, aber „an den Enden ſehr unordentlich und undeutlich, weil das „Licht daſelbſt allmählig abnahm und verſchwand. In der „Entfernung von achtzehn und einem halben Fuß vom Priſ„ma war die Breite des Bildes gegen zwey und ein Achtel „Zoll, ſeine Länge aber ungefehr zehn und ein Viertel „Zoll, und die Länge ſeiner rechtlinigten Seiten gegen acht „Zoll. ACB, der brechende Winkel des Priſma, wo„durch eine ſo große Länge hervorgebracht wurde, betrug „vier und ſechszig Grad. Bey einem kleinern Winkel war „auch die Länge des Bildes kleiner, aber die Breite eben „ſo, wie vorher. Es iſt ferner zu bemerken, daß die „Strahlen von dem Priſma nach dem Bilde zu nach gera„den Linien fortgiengen, und folglich da, wo ſie aus dem „Priſma heraus traten, die Neigung gegen einander ſchon „ganz beſaßen, von welcher die Länge des Bildes herrühr„te. Dieſes Bild PT war farbig, und die hervorſtechen„dern Farben folgten von dem untern Ende T zu dem obern „P in dieſer Ordnung auf einander: roth, orangefarben, „gelb, grün, blau, indigfarben, violett. Sie giengen „durch alle Zwiſchenſchattirungen ununterbrochen fort.“

Newton ſetzte ſeine Verſuche fort und indem er die auf dieſe Weiſe zerſetzten Lichtſtrahlen durch ein zweytes Priſma fallen ließ, fand er, daß ſie ſich nicht weiter zerſetzen ließen, und daß Gegenſtände, welche er in Licht-

ſtrahlen von einer gewiſſen Farbe brachte, ſich immer eben ſo gefärbt zeigten. Nun unterſuchte er das Verhältniß zwiſchen dem Sinus des Einfalls- und dem Sinus des Brechungswinkels dieſer zerſetzten Strahlen, und fand ſo, daß ein jeder von den ſieben färbenden Hauptſtrahlen, wie man ſie nennen kann, in gewiſſe Gränzen eingeſchloſſen ſey. Theilt man nehmlich den Sinus des Einfallswinkels auf Glas in fünfzig gleiche Theile, ſo erhält der Sinus des Brechungswinkels in die Luft bey den am wenigſten und den am meiſten brechbaren Strahlen dort ſieben und ſiebzig, hier acht und ſiebzig ſolche Theile. Die Sinus der Brechungswinkel bey allen Schattirungen der rothen Farben beſitzen die Zwiſchengrade der Größe von ſieben und ſiebzig bis ſieben und ſiebzig und ein Achtel; bey der orangegelben Farbe von $77\frac{1}{8}$ bis $77\frac{1}{5}$; bey der gelben Farbe von $77\frac{1}{5}$ bis $77\frac{1}{3}$; bey der grünen von $77\frac{1}{3}$ bis $77\frac{1}{2}$; bey der blauen von $77\frac{1}{2}$ bis $77\frac{2}{3}$; bey dem Indigblau von $77\frac{2}{3}$ bis $77\frac{7}{9}$; bey der violetten endlich von $77\frac{7}{9}$ bis 78.

Zu Folge der Eigenſchaften der Körper in Beziehung auf das Zurückwerfen oder Verſchlucken dieſer Lichtſtrahlen, werden die Farben, welche wir bey ihnen ſehen, gebildet. Wenn ein jeder Lichtſtrahl, der auf einen Gegenſtand fällt, in unſre Augen zurückgeworfen würde, ſo würden wir ihn weiß ſehen; würde hingegen jeder Lichtſtrahl verſchluckt, ſo würde ſich der Gegenſtand ſchwarz zeigen. Zwiſchen dieſen zwey Erſcheinungen können unzählbare Arten von Farben durch die Zurückwerfung oder Durchlaſſung der verſchiedenen Verbindungen der färbenden Strahlen gebildet werden *). Wären die Lichtſtrah-

*) Die urſprünglichen oder Elementar-Lichtſtrahlen laſſen ſich nicht nur von einander durch Brechung oder durch Abänderung des Einfallswinkels auf einer zurückwerfenden Oberfläche trennen, ſondern ſind auch bey gleichen Einfallswinkeln mehr oder weniger reflectibel, je nachdem die Dicke oder die Entfernung zwiſchen den zwey Oberflächen des Mittelkörpers, worauf ſie fallen, beſchaffen iſt. Sie können ferner aus ihrer geraden Rich-

len nicht auf eine ſolche Weiſe zuſammengeſet, ſo würde uns jeder Gegenſtand auf gleiche Weiſe gefärbt vorkommen, und die ganze Natur würde ſich in einer düſtern Einförmigkeit zeigen.

tung gebracht werden, wenn ſie ſich einem Körper in einem gewiſſen Abſtande nähern. Denn auf dieſe Weiſe erfolgt eine Trennung, und die Lichtſtrahlen weichen, nachdem ſie ſo, oder anders gefärbt ſind, mehr oder weniger ab. Ich glaube hier von dieſen Umſtänden einige Rechenſchaft geben zu müſſen.

Wenn man ein erhabenes Glas, oder eine convexe Linſe, oder einen Abſchnitt von einer Kugel auf ein andres ebenes Glas legt, ſo iſt offenbar, daß das letztere vom erſtern nur in einem einzigen Punkte berührt wird, und daß ſich folglich an allen andern Stellen zwiſchen den benachbarten Oberflächen eine dünne Luftſchicht findet, deren Dicke in einem gewiſſen Verhältniſſe zunimmt, welches ſich nach dem Abſtande von dem Berührungspunkte richtet. Lichtſtrahlen, welche auf eine ſolche Luftſchicht auffallen, werden nach Maasgabe der Dicke derſelben durchgelaſſen oder zurückgeworfen, zum Beyſpiel, in dem Mittelpunkte der Berührung wird das Licht durchgelaſſen, und man ſieht da herum einen ſchwarzen kreisförmigen Fleck. Dieſer Fleck wird von einem Kreiſe eingeſchloſſen, deſſen Farben von innen nach auſſen zu gerechnet, blau, weiß, gelb und roth ſind. Hierauf folgt eine andre kreisförmige Farbenreihe, nehmlich violett, blau, grün, gelb und roth: dann purpurfarben, blau, grün, gelb und roth; grün und roth; grünlichblau und roth; grünlichblau und blaßroth; grünlichblau und röthlichweiß.

Dies ſind die Farben, welche ſich durch das zurückgeworfene Licht zeigen. Mittelſt des durchgelaſſenen Lichtes zeigen ſich folgende Farbenreihen. In dem Mittelpunkte weiß, dann gelblichroth, ſchwarz, violett, blau, weiß, gelb, roth u ſ. w. Folglich zeigt ſich das durchgelaſſene Licht bey jeder Dicke anſtatt weiß zu ſehen, mit derjenigen zuſammengeſetzten Farbe, welche daſſelbe haben muß, nachdem einige von den einfachen Farben durch die Zurückwerfung weggenommen worden ſind. Nach dieſer Reihe werden die Farben zu matt und ſchwach, als daß man ſie unterſcheiden könnte. Es verdient bemerkt zu werden, daß die Gläſer einander nicht berühren, ohne einen merklichen Grad von Preſſung zu erleiden. Man ſ. *Nicholſon's* philoſophy Vol. I. p. 282.

Wir haben geſehen, daß, wenn Lichtſtrahlen von einer Oberfläche gebrochen werden, der Brennpunkt nach der Brechung auf dem Verhältniſſe zwiſchen dem Sinus des Einfalls- und dem Sinus des Brechungswinkels beruhe, und daß dieſer Brennpunkt kein mathematiſcher Punkt ſey. Hieraus wird der Leſer den natürlichen Schluß ziehen, daß die Abweichung beträchtlich wachſen müſſe, wenn für jede Gattung färbender Lichtſtrahlen ein verſchiedenes Verhältniß zwiſchen dieſen Sinuſſen Statt findet. Gemeine Beobachter, welche die Sache nicht a priori einſehen, können ſich davon überzeugen, wenn ſie auf die Farben der durch ein Teleſtop geſehenen Gegenſtände Acht haben. Wegen der hier vorwaltenden Schwierigkeiten ſollte man es für unmöglich halten, daß ſich dieſem Uebel durch irgend ein Mittel abhelfen laſſen könne. Aber wer kann dem Scharfſinne des menſchlichen Geiſtes Schranken ſetzen. Es war den Mathematikern möglich, gewiſſe Verbindungen von Formen und brechenden Kräften anzugeben, mittelſt welcher die Lichtſtrahlen ſich farbenlos, wie man die weißfärbenden Strahlen gewöhnlich nennt, in das Auge bringen ließen, und ein berühmter Optiker unſerer Zeiten, Dollond, hat ſich das Verdienſt erworben, die Theorien der Mathematiker großentheils zu realiſiren. Wenn man nehmlich eine zuſammengeſetzte Linſe von drey verſchiedenen Subſtanzen mit verſchiedener Brechungskraft verfertigt, ſo werden die Strahlen, welche eine einzige erhabene Linſe zu ſehr zerſtreut, zu einer Vereinigung mit einander näher gebracht. Der mit einem Objectivglaſe dieſer Art verfertigten Teleſkope bedient man ſich jezt gewöhnlich. Sie ſind unter dem Nahmen der achromatiſchen Fernröhre allgemein bekannt. Das Wort achromatiſch hat der Pedantiſmus eingeführt, woran die meiſten unſrer Naturforſcher krank liegen. Sie brauchen lieber ein dem größten Theile ihrer Leſer unverſtändliches griechiſches Wort, anſtatt aus ihrer Mutterſprache einen gleichbedeutenden Ausdruck, in unſerm Falle das Wort farbenlos, herzunehmen.

„Die Objektivgläſer in Dollond's Teleſkopen wer„den aus drey beſondern Linſen, zwey erhabenen und ei„ner hohlen, zuſammengeſetzt, wovon ſich die hohle in der „Mitte befindet. Die Zuſammenſetzung lehrt die Fig. 51., „wo a und c die beyden erhabenen Linſen und bb die hoh„le vorſtellen, welche die engliſchen Künſtler mitten zwiſchen „jenen anbringen. Die beyden erhabenen macht man aus „Londoner Kronglas, und die mittlere aus weißem Flint„glas. Sie ſind insgeſammt Kugelabſchnitte von ver„ſchiedenen Halbmeſſern, je nachdem die Brechungskräfte „der verſchiedenen Art von Glas, und die beabſichtigte „Brennweite des zu dem Teleſkope genommenen Objektiv„glaſes beſchaffen ſind. Nach Boſcovich iſt die Brenn„weite der parallelen Strahlen für die hohle Linſe die „Hälfte, und für das erhabene Glas der dritte Theil des „vereinigten Brennpunktes. Wenn ſie zuſammengeſetzt „worden ſind, brechen ſie die Strahlen auf folgende Wei„ſe. Es ſeyen ab, ab (Fig. 52.) zwey rothe Strahlen von „Sonnenlichte, welche auf die erſte erhabene Linſe c auf„fallen. Wäre keine andre Linſe vorhanden, als dieſe ein„zige, ſo würden ſie alsdann in die Linien be, be con„vergiren und endlich in dem Brennpunkte q zuſammen „treffen. Die Linien gh, gh ſollen zwey violette Strah„len vorſtellen, welche auf die Oberfläche der Linſe auf„fallen. Dieſe werden gleichfalls gebrochen und vereini„gen ſich in einem gewiſſen Brennpunkte. Weil ſie aber „einen größern Grad von Brechbarkeit, als die rothen be„ſitzen, ſo müſſen ſie folglich durch dieſelbe Brechungs„kraft im Glaſe ſtärker convergiren, und früher in einen „Brennpunkt, etwa in r, zuſammenlaufen".

„Nun ſey die hohle Linſe dd auf eine ſolche Weiſe „angebracht, daß ſie alle Lichtſtrahlen, bevor dieſe zu ih„rem Brennpunkt gelangen, auffangen kann. Beſtände „nun dieſe Linſe aus denſelben Materialien, aus welchen „die erhabene beſteht, und gehörte ſie mit jener zu einem

„und demſelben Halbmeſſer, ſo würde ſie daſſelbe Vermö„gen beſitzen, die Strahlen zum Divergiren zu bringen, „wodurch die erſte ſie zum Convergiren brachte. In die„ſem Falle würden die rothen Strahlen gleichlaufend wer„den, und ſich in den Linien oo, oo fortbewegen. Weil „aber die hohle Linſe aus Flintglaſe beſteht und zu einer „Kugel von einem kleinern Halbmeſſer gehört, ſo beſitzt ſie „ein ſtärkeres Brechungsvermög n, folglich fahren die „Lichtſtrahlen, nachdem ſie aus derſelben getreten ſind, „ein wenig auseinander. Stände ihnen nun keine dritte „Linſe im Wege, ſo würden ſie in den Linien opt, opt „divergirend fortgehen. Allein durch die Dazwiſchenkunft „der dritten Linſe o o werden ſie wiederum zuſammen ge„lenkt, und vereinigen ſich in einem Brennpunkte, der et„was entfernter iſt, als der vorige, zum Beyſpiel in x. „Durch die hohle Linſe werden die violetten Strahlen gleich„falls gebrochen, und zum Divergiren gebracht. Da ſie „aber einen höhern Grad von Brechbarkeit beſitzen, ſo macht „daſſelbe Brechungsvermögen, daß ſie etwas mehr, als „die rothen auseinander fahren. Stände folglich keine „dritte Linſe ihnen entgegen, ſo würden ſie in den Linien „lmn, lmn fortgehen. Da nun die verſchiedentlich ge„färbten Lichtſtrahlen auf die dritte Linſe mit verſchiedenen „Graden der Divergenz auffallen, ſo iſt offenbar, daß daſ„ſelbe Brechungsvermögen in dieſer Linſe auf dieſelben der„maſſen wirkt, daß ſie alle zuſammen in einen Brenn„punkt, bey einem und demſelben Punkte, gebracht wer„den. Es iſt zwar nicht zu leugnen, daß die rothen Strah„len das ſtärkſte Brechungsvermögen erfordern, um in ei„nen Brennpunkt zuſammen zu gehen. Dafür fallen ſie „aber auch auf die Linſe mit dem kleinſten Grade der Diver„genz: die violetten Strahlen hingegen, ob ſie gleich das „geringſte Brechungsvermögen erfordern, beſitzen den „größten Grad der Divergenz, und ſo kommen alle Licht-

„ſtrahlen in dem Punkte x oder ſehr nahe bey demſelben „zuſammen *)".

Je mehr wir die Werke der Natur unterſuchen, deſto mehr haben wir Grund, die Weisheit ihres Urhebers und die erſtaunenswürdige Einrichtung unſrer Organe mit den allgemeinen Naturgeſetzen in den kleinſten Stücken zu bewundern. Der vor uns liegende Gegenſtand giebt einen einleuchtenden Beweis dieſer Bemerkung. Bis hierher haben wir nehmlich angenommen, das Auge ſey eine Linſe, welche blos der Erweiterung und Zuſammenziehung fähig ſey. Folglich müßte das Auge nach der jetzt gegebenen Beſchreibung der Lichtſtrahlen auſſer Stande ſeyn, der Undeutlichkeit und Verwirrung abzuhelfen, welche eine nothwendige Folge der verſchiedenen Grade ihrer Brechbarkeit iſt. Hier ſieht man nun deutlich den Nutzen der bewunderungswürdigen Structur der feſten Theile und der verſchiedenen Flüſſigkeiten im Auge. In der That iſt das Auge eine zuſammengeſetzte Linſe. Jede Flüſſigkeit hat einen ihr eigenthümlichen Grad von Brechungsvermögen. Die Geſtalt der Linſen läßt ſich nach unſrer Willkühr, je nachdem der Gegenſtand entfernt iſt, abändern; und da die drey Subſtanzen die gehörigen Brechungskräfte beſitzen, ſo werden die Wirkungen eines achromatiſchen Glaſes, ohne alle Schwierigkeit, von dem Auge hervorgebracht, deſſen Mechaniſmus und einſichtsvolle Anordnung der Theile der menſchlichen Kunſt ewig unerreichbar bleiben wird.

Aus den bisher vorgetragenen Sätzen laſſen ſich die hauptſächlichſten Erſcheinungen der Farben ohne viele Schwierigkeit erklären.

Wenn man alle verſchiedentlich gefärbten Lichtſtrahlen, welche das Priſma darſtellt, vermittelſt eines Hohlſpiegels wieder vereinigt, ſo erzeugt ſich im Brennpunkte wieder weiſſes Licht. Aber dieſelben Strahlen, welche

*) Man ſ. Encyclopæd. Britannica Vol. XIII. p. 354.

zuſammen genommen weißes Licht geben, ſtellen nach ihrem Wiedervereinigungs-Punkte, das iſt, jenſeits des Punktes, wo ſie ſich einander durchkreuzen, dieſelben Farben wieder dar, welche von dem Priſma ausgiengen, aber wegen der Durchkreuzung der Strahlen in einer umgekehrten Ordnung. Der Grund dieſer Erſcheinung leuchtet in die Augen. Denn da der Lichtſtrahl weiß iſt, ehe er mittelſt des Priſma geſpalten wird, ſo muß er nothwendig durch die Wiedervereinigung ſeiner Theile, welche die Verſchiedenheit der Brechbarkeit von einander getrennt hatte, weiß werden. Dieſe Wiedervereinigung kann aber ſchlechterdings nicht die Natur der Farben abändern oder zerſtöhren. Die natürliche Folge daraus iſt, daß die Farben jenſeits des Punktes, wo die Strahlen einander durchkreuzen, wiederum zum Vorſchein kommen müſſen.

Wenn wir nach gewiſſen Verhältniſſen Roth mit Orangegelb, Gelb, Grün, Blau, Indigo und Violet vermiſchen, ſo entſteht aus demſelben Grunde eine Farbe, welche derjenigen gleicht, die man hervorbringt, wenn man ein wenig Schwarz mit Weiß vermiſcht. Sie würde vollkommen weiß ausfallen, wenn nicht einige von den Lichtſtrahlen, wegen der groben Beſchaffenheit der färbenden Materie verlohren giengen, oder verſchluckt würden.

Man kann gleichfalls eine Farbe, welche ſich der weiſſen ſehr nähert, hervorbringen, wenn man ein rundes Stück Pappe mit den verſchiedenen priſmatiſchen Farben färbt, und es dann rund herum ſo ſchnell bewegt, daß man keine Farbe einzeln bemerken kann.

Bringt man an einen einfachen Sonnenſtrahl, welcher durch das Priſma getheilt worden iſt, und ſo ein längliches farbiges Bild darſtellt, ein dickes, mit einer der Grundfarben tief gefärbtes, z.B. rothes Glas, ſo zeigt ſich das Licht, welches hindurch gehet, nur roth, und ſtellt ein rundes Bild dar.

Wenn man zwey dicke Gläſer, wovon das eine roth, und das andre grün iſt, übereinander paßt, ſo werden ſie vollkommen undurchſichtig, obgleich ein jedes derſelben einzeln genommen durchſichtig iſt. Denn das eine läßt nur die rothen, und das andre nur die grünen Strahlen hindurch gehen. Vereinigt man demnach dieſe zwey Gläſer, ſo kann keine von dieſen zwey Arten der Lichtſtrahlen das Auge erreichen, weil das erſte Glas nur rothen Strahlen den Durchgang verſtattet, da hingegen das zweyte nur grüne Strahlen aufnimmt, welche es einzig und allein durchgehen laſſen kann.

Läßt man die Sonnenſtrahlen auf die innere Oberfläche eines Priſma ſehr ſchief auffallen, ſo werden die violetten Strahlen zurückgeworfen, und die rothen und ſo ferner, durchgelaſſen. Wächſt die Schiefe des Einfallswinkels, ſo werden auch die blauen zurückgeworfen und die andern durchgelaſſen. Die Urſache davon iſt, daß die Lichtſtrahlen, welche die größte Brechbarkeit beſitzen, auch am leichteſten zurückgeworfen werden können *).

Wir mögen die Farbe eines einfachen priſmatiſchen Strahles unterſuchen, wie wir nur immer wollen, ſo werden wir immer finden, daß weder Brechung, noch Zurückwerfung, noch irgend ein ander Mittel ihm ſeine natürliche Farbe entziehen kann. Wenn wir aber die künſtliche Farbe eines Körpers mittelſt eines Vergrößerungs-Glaſes unterſuchen, ſo zeigt ſich unſerm Auge weiter nichts, als ein roher Haufen unregelmäßig gemiſchter Farben. Vermiſchen wir Blau und Gelb, um ein gemeines Grün hervorzubringen, ſo ſcheint dieſe Miſchung dem unbewaffneten Auge ſo ziemlich ſchön: betrachten wir ſie mit mikroſkopiſcher Aufmerkſamkeit, ſo ſcheint ſie eine unordentliche Maſſe von gelben und blauen Theilchen, deren jedes nur die ihm eigenthümliche Farbe zurückwirft.

*) Man ſ. *Briſſon's* traité élément. de phyſique to. II. p. 364.

Um die Urſache der beſtändigen Farben undurchſichtiger Körper zu beſtimmen, hat Delaval, wie ſchon in dem hiſtoriſchen Theile dieſes Buchs erinnert worden iſt, eine Reihe von Verſuchen angeſtellt. Er bereitete ſich eine große Menge verſchiedentlich gefärbter Flüſſigkeiten, welche er in viereckige phiolenförmige Flaſchen that. Die hintern Seiten dieſer Flaſchen überzog er mit einer undurchſichtigen Subſtanz; die vordere Seite aber und den Hals ließ er blos. Als er ſie dem einfallenden Lichte ausſetzte, fand er, daß von den Theilen der Flaſchen, welche hinten bedeckt waren, gar kein Licht zurückgeworfen wurde, ſondern daſelbſt alles vollkommen ſchwarz war, da hingegen das durch die unbekleideten Theile der Flaſche durchfallende Licht ſich verſchiedentlich gefärbt zeigte. Eben dieſe Flüſſigkeiten zeigten die ihnen eigenthümlichen Farben, als er ſie auf einem weißen Grunde dünn ausgebreitet hatte. In der That wird in dieſem Falle das Licht von dem weißen Grunde zurückgeworfen, und durch einen gefärbten Mittelkörper hindurch gelaſſen. Es iſt kaum nöthig hinzu zu ſetzen, daß, wenn die Flüſſigkeiten auf einem ſchwarzen Grund ausgebreitet worden waren, gar keine Farbe zum Vorſchein kam.

Dieſelben Verſuche wurden mit verſchiedentlich gefärbten Gläſern wiederhohlt, und das Reſultat war vollkommen eben daſſelbe. Wenn nehmlich dieſe Gläſer ſo dünn und ſo ſchwach gefärbt ſind, daß das Licht durch ſie hindurch fallen kann, ſo erſcheint ihre Farbe ſehr lebhaft. Sind die Glasſtücke dicker, und iſt die färbende Materie ſtärker durch ſie verbreitet, ſo ſind ſie ſchwarz. Wird bey den durchſichtigen Stücken dieſer Gläſer das hindurch fallende Licht durch Bedeckung der entferntern Oberfläche aufgefangen, ſo erſcheinen ſie gleichfalls ſchwarz.

Aus dieſen verſchiedenen Erſcheinungen zieht Delaval folgende natürliche Folgerungen.

Erſtens die färbenden Theilchen werfen kein Licht zurück.

Zweytens ein Mittelkörper, dergleichen Iſaak Newton beſchrieben hat, iſt über der vordern und hintern Oberfläch: der Scheiben verbreitet, wodurch Gegenſtände auf eben die Weiſe und eben ſo regelmäſig, wie in einem Spiegel zurückgeworfen werden.

Bringt man ein brennendes Licht nahe an eine von dieſen gefärbten Scheiben, ſo wird die Flamme durch den über der vordern Oberfläche verbreiteten Mittelkörper zurückgeworfen. Das ſo zurückgeworfene Licht gleicht der Flamme an Geſtalt und Farbe. Denn es iſt faſt gar nicht vermindert, und durch die Scheibe durchaus nicht gefärbet. Iſt die Scheibe nicht ſehr dick, oder zu tief gefärbt, ſo zeigt ſich ein zweytes Bild der Flamme, welches von der entferntern Oberfläche der Flamme zurückgeworfen wird. Und da das ſo zurückgeworfene Licht auf ſeinem Zurückwege durch das gefärbte Glas hindurch gehen muß, ſo iſt das letztere Bild lebhaft gefärbt.

Das zweyte Bild iſt kleiner, als dasjenige, welches von der vordern Oberfläche zurückgeworfen wird. Dieſe Verminderung rührt von dem Verluſte desjenigen Theils der Lichtſtrahlen her, welcher während des Durchgangs durch das gefärbte Glas verſchluckt wird.

Der nächſte Gegenſtand, womit ſich dieſer ſcharfſinnige Naturforſcher beſchäftigte, war die färbenden Theilchen rein und mit andern Mittelkörpern unvermiſcht zu erhalten. In dieſer Abſicht brachte er verſchiedene durchſichtige gefärbte Flüſſigkeiten durch Verdünſtung zu einer feſten Conſiſtenz, und in dieſem Zuſtande warfen die färbenden Theilchen kein Licht zurück, ſondern waren ganz und gar ſchwarz.

Will man alſo den Grundſatz beſtimmen, welchem zu Folge undurchſichtige Körper gefärbt erſcheinen, ſo iſt es nur

nöthig, ſich erſtens zu erinnern, daß alle die gefärbten Flüſſigkeiten ſich blos bey durchfallendem Lichte gefärbt zeigten, und zweytens daß dieſe Flüſſigkeiten über einen weiſſen Grund dünn ausgebreitet, die ihnen eigenthümlichen Farben darſtellten. Hieraus ſchließt Delaval, daß alle gefärbten Körper, welche nicht durchſichtig ſind, eine Unterlage von einer weiſſen Subſtanz beſitzen, welche mit den färbenden Theilchen dünn überzogen iſt.

Als er die färbende Materie aus den Blättern, dem Holze, und andern Theilen der Pflanze ſorgfältig auszog, fand er, daß die Grundlage eine vollkommen weiſſe Subſtanz war. Gleichfalls zog er die färbende Materie aus verſchiedenen thieriſchen Subſtanzen, aus Fleiſch, Federn und ſo weiter, und der Erfolg berechtigte zu demſelben Schluſſe.

Das Fleiſch beſteht aus fibröſen Gefäßen, welche Blut enthalten, und iſt vollkommen weiß, wenn man es von dem Blute rein gewaſchen hat. Die blühende Röthe des Fleiſches kommt von dem Lichte her, welches von der weiſſen, fibröſen Subſtanz durch die rothe durchſichtige Bedeckung derſelben, die das Blut macht, zurückgeworfen wird.

Als Delaval die Subſtanzen des Mineralreichs unterſuchte, ſo kam er auf eben daſſelbe Reſultat.

Einige Theile vom Lichte werden von jeder Oberfläche eines Körpers, oder von jedem verſchiedenen Mittelkörper, in welchen das Licht tritt, zurückgeworfen. Verwandelt man alſo durchſichtige Körper in ein Pulver, ſo erſcheinen ſie weiß, welches nichts anders iſt, als eine häufige Zurückwerfung des Lichtes von allen Oberflächen der kleinen Theilchen, und von der zwiſchen dieſen Theilchen befindlichen Luft.

Ein ſtarker Aufguß von Cochenille iſt, überhaupt genommen, ſchwarz, ſchüttelt man ihn aber, ſo bedeckt ſich

ſeine Oberfläche mit einem rothen Schaume. Der Grund davon iſt, weil das Licht von den in dem Bläschen des Schaumes eingeſchloſſenen Luftkugelchen zurückgeworfen wird, und durch die Häutchen von rother Flüſſigkeit, womit ſie bedeckt ſind, durchgehen muß. Auf gleiche Weiſe ſind verſchiedene glasartige Subſtanzen, ſo lange ſie eine feſte Maſſe bilden, ſchwarz; wenn ſie aber gepulvert worden ſind, verſchiedentlich gefärbt. Die Wirkung dieſer Pulver auf die Lichtſtrahlen iſt eine Folge der Trennung ihrer Theilchen; und da die Luft nunmehr in die Zwiſchenräume treten kann, ſo geht das Licht durch die dünnen, durchſichtigen Theilchen des Glaſes hindurch und bekommt auf dieſem Wege die dem Pulver eigenthümliche Farbe. Wenn Oel anſtatt der Luft die Zwiſchenräume gepulverter Subſtanzen ausfüllt, ſo macht es die Farbe in dem Verhältniſſe dunkler, in welchem es ſich der Dichte der Subſtanzen ſelbſt nähert, und die Luft in dieſer Rückſicht übertrifft.

„Wenn alſo Indigo und andre durchſichtige Farbeſtoffe mit Oel verbunden werden, ſo wird die Luft aus „ihren Zwiſchenräumen ausgetrieben. Da nun das an „die Stelle der Luft gebrachte Oel wegen ſeiner Dichte, „welche ſich der Dichte des Pulvers nähert, kein merkliches Licht zurückwirft, ſo hat die Maſſe, welche aus dergleichen gleichförmigen dichten Mittelkörpern beſteht, ein „ſchwarzes Anſehen.“

„Wenn man glatte Oberflächen von dunkel gefärbtem „Marmor, oder Schiefer, oder irgend einer andern po„lirten Materie auſkratzt, ſo tritt die Luft in die Zwiſchen„räume, welche durch dieſe Operation geöffnet werden. „Weil nun die Luft lockerer iſt, als die Maſſen, zwiſchen „welchen ſich dieſelbe findet, ſo wirft ſie eine weiſſere oder „hellere Farbe zurück. Polirt man hingegen die Oberflä„che wieder, ſo wird die Luft weggeſchafft, und die dunk„le Farbe kommt von neuem zum Vorſchein.“

Aus dieſen Verſuchen ſchließt Delaval: „daß ve„getabiliſche, thieriſche und mineraliſche gefärbte Materie

„durchſichtig iſt; daß ſie die Farben nicht zurückwirft, ſondern ſie blos mittelſt durchgelaſſener Lichtſtrahlen zeigt; „daß undurchſichtige gefärbte Körper aus durchſichtiger „Materie beſtehen, welche undurchſichtige weiſſe Theilchen „bedeckt, und das von denſelben zurückgeworfene Licht zurück läßt.“

In Beziehung auf die halb durchſichtigen Subſtanzen, dergleichen die Auflöſung des Nierenholzes (lign[illegible]riticum) und ſo weiter iſt, welche bey auffallendem Lichte eine gewiſſe Farbe, und bey durchgelaſſenem eine andre zeigt, drückt ſich Delaval folgendermaſſen aus.

„Dergleichen Subſtanzen beſtehen aus durchſichtigen „Mittelkörpern, durch welche weiſſe oder farbloſe undurchſichtige Theilchen zerſtreut ſind. Dieſe weiſſen Theilchen ſind „in ſolchen Entfernungen von einander angebracht, daß einige der auffallenden Lichtſtrahlen durch die Zwiſchenräume, welche ſie trennen, hindurch gehen können, und auf „dieſe Weiſe durch die halb durchſichtige Maſſe hindurch gelaſſen werden. Einige Arten der Lichtſtrahlen durchdringen die Maſſen, indeß andre Arten, welche von jenen in „Anſehung der Brechbarkeit abweichen, durch die weiſſen „oder farbenloſen Theilchen zurückgeworfen werden. Wenn „man zum Beyſpiel durchſichtiges farbenloſes Glas mit Arſenik ſchmelzt, ſo wird dadurch der Arſenik in kleine undurchſichtige Theilchen getheilt, welche durch das Glas „gleichförmig verbreitet werden. Braucht man zu dieſer „Zuſammenſetzung nur eine kleine Menge Arſenik, ſo ſind die „weiſſen Theilchen in derſelben nur dünne zerſtreut. Hält „man ein Glas von dieſer Zuſammenſetzung zwiſchen das „Fenſter und das Auge, ſo hat es ein gelbes oder orangegelbes Anſehen. Betrachtet man es hingegen bey auffallendem Lichte, ſo ſieht es blau aus. Das Gelbe oder Oraniengelbe entſteht aus den weniger brechbaren Lichtſtrahlen, „deren Miſchung dieſe Farbe erzeugt. Die brechbaren hingegen werden von den weiſſen Theilchen zurückgeworfen.“

Neuntes Kapitel.

Vom Regenbogen und andern Erſcheinungen des Lichts.

Vom Haupt- und Nebenregenbogen. — Weswegen dieſe Naturerſcheinung die Geſtalt eines Bogens annimmt? — Unter welchen Winkeln die verſchiedenen Farben ſichtbar werden. — Mondregenbogen. — Seebogen. — Farbige Bogen, welche man auf dem feſten Lande ſieht. — Höfe. — Sonderbare Erſcheinungen, welche auf den Gipfeln der Cordilleras beobachtet worden ſind. — Aehnliche Erſcheinungen in Schottland. — Nebenſonnen. — Sonderbare Monderſcheinung. — Blaue Farbe der Atmoſphäre. — Morgen- und Abendroth. — Farbe der See. —

Da die Erfahrung lehrt, daß die Lichtſtrahlen durch brechende Oberflächen zerſetzt werden, ſo dürfen wir uns nicht länger über die Veränderungen wundern, welche irgend ein Gegenſtand durch die Dazwiſchenkunft eines anandern erfährt. Die lebhaften Farben, welche die aufgehende oder untergehende Sonne vergolden, müſſen nothwendig von denjenigen verſchieden ſeyn, welche den Glanz derſelben in der Mittagsſtunde zieren. Es muß die größte Mannigfaltigkeit Statt finden, welche die lebhafteſte Einbildungskraft ſich nur immer vorſtellen kann. Die Wolken nehmen die abentheuerlichſten Formen an, oder trüben ſich mit den dunkelſten Farben, je nachdem die ver-

ſchiedenen Lichtſtrahlen beſchaffen ſind, welche in unſre Augen zurückgeworfen werden, oder je nachdem die in der Luft ſchwimmenden Dünſte mehr oder weniger Licht verſchlucken. Der unwiſſende Haufen pflegt dann durch die Erſcheinungen am Himmel, wenn ſich zum Beyſpiel manchmal drey, zu andern Zeiten fünf Sonnen, oder Kreiſe von verſchiedener Größe um die Sonne und den Mond ſehen laſſen, beunruhigt zu werden. Er ſchließt dann daraus, daß irgend eine unglückliche Veränderung in der phyſiſchen und der moraliſchen Welt, zum Beyſpiel, der Umſturz eines Reichs oder fürchterliche Erdbeben, eintreten müſſen, indeß der Optiker dergleichen Phänomene blos als die natürliche und das Auge ergötzende Wirkungen betrachtet, welche die Wolken oder Dünſte in verſchiedenen Maſſen auf die Lichtſtrahlen äuſſern.

Eine der ſchönſten und gemeinſten Erſcheinungen dieſer Art verdient mit vorzüglicher Aufmerkſamkeit unterſucht zu werden, weil, wenn man die Beſchaffenheit derſelben vollkommen verſteht, man nur wenig Schwierigkeit finden wird, von andern Phänomenen ähnlicher Beſchaffenheit, welche auf der verſchiedenen Brechbarkeit beruhen, befriedigende Rechenſchaft zu geben.

Wenn wir mit unſerm Rücken nach der Sonne gekehrt ſind, und ein Regenſchauer entweder um uns herum, oder in einiger Entfernung vor uns niederfällt, ſo ſehen wir oftmals in der Luft eine Art von Bogen, welcher mit den ſieben Elementar-Farben geſchmückt iſt. Die Erſcheinung dieſes Bogens, welchen der Dichter Iris, das gemeine Leben aber Regenbogen nennt, war für die Alten ein unerklärbares Geheimniß; und noch jetzt iſt er, ob man gleich ſeine Natur vollkommen kennt, ein Gegenſtand der Bewunderung für den Landmann, wie für den Naturforſcher. Wir verdanken Iſaak Newton die Erklärung dieſer Erſcheinung und durch verſchiedene leich-

ke Verſuche könnten wir Jedermann überzeugen, daß Newton's Theorie ſich auf Wahrheit gründet.

Hängt man eine gläſerne Kugel in dem ſtarken Sonnenlichte auf, ſo lehrt die Erfahrung, daß dieſelbe die verſchiedenen priſmatiſchen Farben genau im Verhältniß ihrer Lage zurückwirft; mit andern Worten, je nachdem der Winkel beſchaffen iſt, welchen ſie mit dem Auge des Zuſchauers und den auffallenden Lichtſtrahlen bildet. Der Grund davon iſt, daß unzählige Lichtbüſchel auf die Oberfläche der Kugel auffallen, und jeder derſelben dadurch, wie durch ein Priſma geſpalten wird.

Um dieſe Sache noch deutlicher zu machen, ſtelle der Kreis BOPW (Taf. 14. Fig. 5.) die Kugel oder einen Waſſertropfen vor: denn man kann jeden Waſſertropfen als eine kleine Kugel von dieſer Flüſſigkeit betrachten. Bekanntlich ſind die rotheſten Strahlen am wenigſten brechbar; alſo werden ſie im Verhältniß ihres Einfallswinkels nach einem gewiſſen Punkte O in dem entfernteſten Theile der Kugel hin gebrochen. Die gelben, grünen, blauen und purpurnen Strahlen werden, jede für ſich, nach andern Punkten hin gebrochen. Ein Theil des Lichtes fällt gebrochen durch; ein andrer Theil aber wird zurückgeworfen; die rothen Strahlen in dem Punkte O, und die andern in gewiſſen andern Punkten, je nachdem ihr Brechungswinkel beſchaffen iſt.

Es iſt offenbar, wenn das Auge des Zuſchauers ſich in der Linie MW, oder in der Richtung der rothmachenden Strahlen befindet, daß derſelbe nur die rothe Farbe unterſcheiden kann. Findet er ſich an einem andern Orte, ſo ſieht er nur die gelben Strahlen; an noch einer andern Stelle nur die blauen und ſo weiter. Da ſich nun in einem Regenſchauer Waſſertropfen in jeder Höhe und in jeder Entfernung befinden, ſo müſſen alle diejenigen, welche in Beziehung auf den Zuſchauer eine gewiſſe Lage ha-

ben, die rothen, alle in der nächſten Stellung befindlichen, die Oraniengelben, die in der nächſten die grünen Strahlen zurückwerfen und ſo weiter.

Um Verwirrung zu vermeiden, wollen wir für den gegenwärtigen Fall uns nur drey Regentropfen und drey Farbengrade in dem Abſchnitt eines Bogens (Taf. 14. Fig. 54.) denken. Es iſt augenſcheinlich, daß der Winkel CPE kleiner als der Winkel BPE; der Winkel APE der größte von dieſen dreyen iſt. Dieſer größte Winkel alſo wird von den rothen, der mittlere von den grünen, und der kleinſte von den purpurrothen Strahlen gemacht. Alle Regentropfen alſo, welche in Beziehung auf das Auge des Zuſchauers in einer gewiſſen Lage ſind, werfen die rothen Strahlen zurück, und bilden eine rothe Binde, oder einen rothen Halbkreis; die in einer andern Lage befindlichen bilden eine grüne Binde u. ſ. w. Begiebt ſich der Zuſchauer an eine andre Stelle, ſo ſieht er gleichfalls einen Bogen, obgleich nicht mehr den vorigen; und wenn es mehrere Zuſchauer giebt, ſo wird ein jeder einen beſondern gewahr, obgleich alle dieſe nur ein und derſelbe Bogen zu ſeyn ſcheinen.

Zuweilen erblickt man zwey Bogen, wovon der eine auf die eben gemeldete Weiſe gebildet iſt, der andre aber jenen äuſſerlich zu umfaſſen ſcheint. Den letztern nennt man bisweilen einen zweyten oder falſchen Bogen, weil er ſchwächer als der erſtere iſt. Was dabey die Aufmerkſamkeit vorzüglich verdient, iſt der Umſtand, daß in d m falſchen Bogen die Ordnung der Farben ſich immer umgekehrt zeigt.

In dem Hauptbogen gelangen, wie wir geſehen haben, die Lichtſtrahlen in das Auge des Beobachters nach zwey Brechungen und einer Zurückwerfung. Hingegen in dem zweyten Bogen werden die Lichtſtrahlen nach zwey Brechungen und zwey Zurückwerfungen in unſere Augen geſandt, und die Ordnung iſt umgekehrt, weil in dem letz-

tern Falle das Licht in den untern Theil des Tropfens tritt, und durch den obern hindurch gelaſſen wird. Zum Beyſpiel in Fig. 55. wird der Lichtſtrahl, welcher in B eintritt, nach O hin gebrochen. Von dieſem Punkte wird er hierauf nach P und dann nach W zurückgeworfen, wo er eine zweyte Brechung leidet, und alsdann erſt in das Auge des Zuſchauers geleitet. Die Farben dieſes äuſſern Bogens ſind ſchwächer, als die Farben des andern, weil wegen der Durchſichtigkeit des Tropfens ein Theil des Lichts bey jeder Zurückwerfung durchgelaſſen wird, und folglich verlohren geht.

Dieſes Phänomen zeigt ſich in halbkreisförmiger Geſtalt, weil nur unter gewiſſen Winkeln die gebrochenen Strahlen unſern Augen ſichtbar werden, die am wenigſten brechbaren oder rothen Strahlen machen einen Winkel von zwey und vierzig Grad zwey Minuten, und die am meiſten brechbaren oder violetten Strahlen einen Winkel von vierzig Grad ſiebzehn Minuten. Wenn man nun eine Linie von dem Auge des Zuſchauers horizontal zieht, ſo erhellt, daß Winkel, welche mit dieſer Linie nach jeder Richtung von einer gewiſſen Dimenſion gebildet werden, einen Kreis erzeugen, wovon man ſich leicht überführen kann, wenn man nur ein Chorde von gegebener Länge an einem gewiſſen Punkt befeſtigt, um welchen ſie ſich als um ihre Axe herumdrehen kann, wo ſie dann in jedem Punkte mit der Horizontallinie einen Winkel von einer gewiſſen und beſtimmten Größe beſchreiben wird.

Es ſtelle HO zum Beyſpiel (Fig. 53.) den Horizont, und BW einen Tropfen Waſſer in irgend einer Höhe vor; SB ſey eine von der Sonne nach dem Tropfen zu gezogene Linie, welche mit einer Linie SM, die man von dem Auge des Zuſchauers nach der Sonne zu zieht, parallel ſeyn wird.

Ein Theil des zerſetzten Strahles SB mag ſich erſtlich durch die Brechungen von B nach O, dann durch die

Zurück-

Zurückwerfung von O nach W, endlich durch die Brechung von W nach M bewegen; nun werden alle Tropfen, welche in einer ſolchen Lage ſind, daß die auffallenden und wieder ausfahrenden Strahlen SB und MW, durch ſie hindurch verlängert, einerley Winkel SNM einſchlieſſen, in dem Auge des Zuſchauers dieſelbe Idee von Farbe erzeugen *). Es drehe ſich MW auf HO als auf einer Axe

*) Die Hälfte des Winkels zwiſchen den auffallenden und wieder ausfahrenden Strahlen iſt der Differenz gleich zwiſchen m Mal dem Brechungswinkel und dem Einfallswinkel, wo m die Anzahl der Zurückwerfungen + der Einheit ausdrückt. BCL = CBN + CNB und folglich

BCK = COB + CBO = 2. CBO.

Alſo iſt CBN + CNB = 2. CBO.

Folglich CNB = 2. CBO — CBN.

CNB iſt die Hälfte des Winkels zwiſchen den auffallenden und wieder ausfahrenden Strahlen, und 2 iſt gleich m, weil in dieſem Falle nur eine Zurückwerfung Statt findet; und wenn man die Unterſuchung auf dieſelbe Weiſe fortſetzt, wenn die Anzahl der Zurückwerfungen zunimmt, ſo wird man ſehen, daß CNB immer ſo groß als m. CBO—CBN.

Wenn der Einfallswinkel von O an zunimmt, ſo wächst dieſer Winkel CNB Anfangs und nimmt dann wieder ab. Daher wird m. CBO — CBN an einer gewiſſen Stelle ein Größtes, das iſt da, wo m Mal die Fluxion von CBO der Fluxion von CBN gleich iſt.

Es ſey CBO = A und CBN = B.

Folglich iſt $\dot{A} : \dot{B} = 1 : m$.

Und da der Halbmeſſer der Einheit gleich iſt, ſo iſt

$$\dot{A} : \dot{B} = \frac{S.\dot{A}}{Cof.A} : \frac{S.\dot{B}}{Cof.B} = \frac{S.A}{Cof.A} : \frac{S.B}{Cof.B}$$

Aber Tang. A : Tang. B $= \frac{S.A}{Cof.A} : \frac{S.B}{Cofin.B}$.

Folglich Tang. A : Tang. B = 1 : m.

Alſo iſt das Problem dahin gebracht, daß man zwey Winkel

herum, bis W auf beyden Seiten in den Horizont trifft, ſo wird der Punkt W den Bogen eines Kreiſes beſchrei-

ſuchen ſoll, deren Sinuſſe und Tangenten zu einander in einem gegebenen Verhältniſſe ſtehen.

Es ſey $x = \text{Coſin. A.}$

$y = \text{Coſin. B.}$

Folglich iſt $V(1-x^2) = \text{Sin. A.}$, und $\frac{V(1-x^2)}{x} = \text{T. A.}$

$$V(1-y^2) = \text{Sin. B.}, \text{ und } \frac{V(1-y^2)}{y} = \text{T. B.}$$

$$1-x^2 : 1-y^2 = R^2 : l^2.$$

$$\frac{1-x^2}{x^2} : \frac{1-y^2}{y^2} = 1 : m^2.$$

Alſo iſt $x^2 : y^2 = m^2 R^2 : l^2.$

Folglich $x^2 = \frac{m^2R^2y^2}{l^2}.$

$$1-x^2 = \frac{l^2 - m^2R^2y^2}{l^2}.$$

Alſo iſt $\frac{l^2-m^2R^2y^2}{l^2} : 1-y^2 = R^2 : l^2.$

$$l^2-m^2R^2y^2 = R^2-R^2y^2.$$

$$l^2-R^2 = m^2R^2,{}^2-R^2y^2.$$

Folglich iſt $1 : y = Rx\,V(m^2-1) : V(l^2-R^2).$

Hat man alſo den Coſinus eines Winkels gefunden, ſo iſt der Sinus deſſelben gegeben, und daraus findet man den Sinus des andern Winkels, weil beyde zu einander in einem gegebenen Verhältniſſe ſtehen.

So wird nach der Natur des Bogens, je nachdem er nehmlich erſter, oder zweyter Bogen und ſo weiter, iſt, der größte Winkel zwiſchen den auffallenden und wieder ausfahrenden Strahlen gefunden. Aber in dieſem Falle müſſen die Strahlen, welche eben über oder unter dem Punkte hineingehen, wo der auffallende Strahl den größten Winkel unter den auffallenden und wieder ausfahrenden Strahlen macht, nach dem Austritte aus dem Tropfen einander ſich ziemlich gleichlaufend bewegen, und folglich wird auf das Auge eine Anzahl von Strahlen einer gewiſſen Farbe fallen, welche von dem Punkte divergirt, wo der Winkel zwiſchen den auffallenden und wieder ausfahrenden Strahlen am größten iſt. Dadurch wird denn nun die Erſcheinung jener Farbe bey der ſo beſtimmten Höhe in der Luft erzeugt.

ben, und alle in dem Umfange deſſelben befindlichen Tropfen werden die angeführte Eigenſchaft beſitzen, eine beſondre Farbe in das Auge fortzupflanzen. Steht die Ebene HMKO auf dem Horizonte ſenkrecht, ſo iſt die Linie MW nach dem Scheitel des Bogens gekehrt und WK iſt die Höhe deſſelben.

Dieſe Höhe beruht auf zwey Dingen, dem Winkel zwiſchen den auffallenden und wieder ausfahrenden Strahlen und der Höhe der Sonne über dem Horizonte. Denn da die Linie SM der Linie SN parallel iſt, ſo iſt der Winkel SNM dem Winkel NMI gleich. Aber SMH, die Sonnenhöhe, iſt dem Winkel KMI gleich, folglich iſt die Höhe des Bogens WMK, welche der Differenz zwiſchen WMI und KMI gleich iſt, ſo groß, als die Differenz zwiſchen den von den auffallenden und wieder ausfahrenden Strahlen gemachten Winkeln und der Sonnenhöhe.

Der Winkel zwiſchen den auffallenden und wieder ausfahrenden Strahlen iſt, wie ich bereits erinnert habe, für die verſchiedenen Farben verſchieden. Für die rothen oder am wenigſten brechbaren Strahlen beträgt er 42 2′, für die violetten, oder am meiſten brechbaren 40 17′. Wenn alſo die Sonne mehr als zwey und vierzig Grad über dem Horizont erhaben iſt, ſo kann man die rothe Farbe nicht ſehen. Beträgt aber ihre Höhe über demſelben mehr als vierzig Grad ſiebzehn Minuten, ſo iſt die violette Farbe unſichtbar.

Der zweyte Regenbogen entſteht, wie ich geſagt habe, auf eine ähnliche Weiſe, nur erleiden in dieſem Falle die Sonnenſtrahlen innerhalb des Tropfens zwey Zurückwerfungen. Der Strahl SB (Fig. 55.) wird in B zerſetzt, und ein Theil deſſelben nach O gebrochen, von da nach P, und von P nach W zurückgeworfen, wo er wiederum nach M gebrochen wird. Der Winkel zwiſchen den auffallenden und wieder ausfahrenden Strahlen SMN iſt, wie vorher,

NMI gleich, und NMK, die Höhe des Bogens, iſt ſo groß als die Differenz zwiſchen dem von den auffallenden und wieder ausfahrenden Strahlen gemachten Winkel und der Sonnenhöhe. In dieſem Falle beträgt der Winkel SNM für die rothen Strahlen 50° 7′ und für die violetten 54° 7, folglich kann man den obern Theil des zweyten Bogens nur dann ſehen, wenn die Sonne mehr als vier und funfzig Grad ſieben Minuten über dem Horizont erhaben iſt; ſo wie man hingegen den untern Theil des Bogens nur dann erblickt, wenn die Sonnenhöhe funfzig Grad ſieben Minuten beträgt.

Auf dieſelbe Weiſe könnten ſich Regenbogen ohne Ende mittelſt einer größern Anzahl von Zurückwerfungen innerhalb der Waſſertropfen erzeugen. Allein da ſchon der zweyte Bogen ſo ſehr viel ſchwächer als der erſte iſt, daß ſich alle Farben in demſelben nur ſelten zeigen, ſo würde aus denſelben Grunde ein durch drey Zurückwerfungen gebildeter Bogen noch ſchwächer und überhaupt ganz unſichtbar ſeyn.

Weil alſo die Lichtſtrahlen durch verſchiedene Zurückwerfungen und Brechungen im Stande ſind, mittelſt der Regentropfen die Bogen zu erzeugen, welche wir in der Luft ſo häufig gewahr werden, ſo iſt augenſcheinlich, daß es nicht blos Sonnen- und Mondbogen geben muß, ſondern daß auch viele auffallende Farbenerſcheinungen durch Tropfen auf dem Boden, oder in der Luft über der bewegten Waſſerfläche hervorgebracht werden können.

So entſteht ein Mondbogen, wenn die Strahlen des Mondlichtes durch Regentropfen gebrochen werden. Da aber das Licht des Mondes in Vergleichung mit dem Sonnenlichte ſehr ſchwach iſt, ſo iſt ein ſolcher Bogen ſehr ſelten ſichtbar, und wenn man ihn ja ſieht, ſo zeigt er ſich nur mit ſehr ſchwachen Farben. Ich hatte einmal Gelegenheit, einen ſolchen Mondregenbogen zu beobachten, als ich im Herbſte bey Mondlichte eine Reiſe zu Fuſſe machte.

Die Nacht war ungewöhnlich hell, obgleich regnicht, und die Farben zeigten ſich viel lebhafter, als ich mir vorgeſtellt hätte. In der That habe ich am Tage Regenbogen geſehen, welche nicht deutlicher waren. Indeſſen lieſſen ſich in dieſem Falle nicht ſo viele Farben unterſcheiden, wie bey dem Sonnenregenbogen.

Der Seebogen iſt eine Erſcheinung, welche man zuweilen bey ſehr unruhiger See bemerkt. Indem nehmlich der Wind einen Theil von der Oberfläche der Wellen mit ſich fortreißt, führt er dieſes Waſſer in die Höhe. Die darauf fallenden Sonnenſtrahlen werden nun, wie bey einem gewöhnlichen Regenſchauer, gebrochen und ſo weiter, und erzeugen auf dieſe Weiſe die Farben des Bogens.

Rohault gedenkt farbiger Bogen auf dem Graſe, welche durch die Brechung der Sonnenſtrahlen in dem Morgenthaue gebildet waren.

Doktor Langwith ſahe einmal einen Bogen auf der Erde liegen, deſſen Farben faſt eben ſo lebhaft waren, wie bey dem gemeinen Regenbogen. Er erſtreckte ſich einige hundert engliſche Yards. Er war nicht rund, ſondern länglicht, und wie Langwith meint, das Stück von einer Hyperbel. Die Farben nahmen in denjenigen Theilen des Bogens, welche ſich nahe bey ihm befanden, weniger Raum ein und waren viel lebhafter, als in den entferntern.

Die Regentropfen fallen in einer kugelförmigen Geſtalt herunter und hieraus laſſen ſich leicht die Wirkungen erklären, welche ſie auf die Lichtſtrahlen äuſſern. Aber bey verſchiedenen Zuſtänden der Luft fallen, anſtatt der Regentropfen, Dünſte in verſchiedenen Formen auf die Erde, bald als Graupeln, bald als Schnee, bald als Hagel In den zwey letztern Zuſtänden kann keine Brechung der Lichtſtrahlen Statt finden; allein in dem erſten Falle, wenn ein Waſſertropfen zum Theil gefroren, zum

Theil noch flüſſig iſt, erleiden die Lichtſtrahlen theils von der Geſtalt des Tropfens, theils von den verſchiedenen Brechungskräften derſelben mancherley Modifikationen. Man kann daher leicht denken, daß daraus merkwürdige Lufterſcheinungen entſpringen müſſen, und wir können von dieſen Tropfen und ihren verſchiedenen Zuſtänden die Erzeugung von Höfen (halones), Nebenſonnen (parhelia) und vielen andern Phänomenen herleiten, von welchen in den philoſophiſchen Tranſactionen, oder in der Geſchichte eines jeden Landes umſtändlich gehandelt wird.

Der Hof (halo, corona) iſt ein leuchtender Kreis, welcher die Sonne, den Mond, einen Planeten, oder einen Fixſtern umgiebt. Zuweilen iſt er ganz weiß; andere Male aber, wie der Regenbogen, farbig. Diejenigen, welche man um den Mond oder um Sterne beobachtet hat, ſind nur von einem ſehr kleinen Durchmeſſer; hingegen die um die Sonne herum befindlichen beſitzen verſchiedene Größe und ſind zuweilen unermeßlich groß. Wenn ſie farbig ſind, ſo haben ſie ſchwächere Farben, als der Regenbogen, und die Farben zeigen ſich, nach Verhältniß ihrer Größe, in einer verſchiedenen Ordnung. Bey denen, welche Iſaak Newton im Jahre 1692. beobachtete, war die Ordnung der Farben, von der innern Seite zunächſt der Sonne angerechnet, folgende. Ganz inwendig blau, weiß, roth; in der Mitte purpurfarben, blau, grün, gelb, blaßroth; an dem äuſſerſten Theile blaßblau und blaßroth. Huyghens beobachtete einen, welcher zunächſt an der Sonne roth, und an dem äuſſern Ende blaßblau ausſahe. Weidler gedenkt eines andern, der an der innern Seite gelb, an der äuſſern weiß war. In Frankreich hat man einen beobachtet, wo die Farben in folgender Ordnung auf einander folgten; weiß, roth, blau, grün, und an der äuſſern Seite hellroth *).

*) Man ſ. Prieſtley's Hiſtory of Optics p. 597.

Man kann bey kaltem Wetter durch die Kunſt Höfe hervorbringen, wenn man ein angezündetes Licht mitten in eine Dampfwolke bringt, oder wenn man auf ein Glasfenſter haucht, und die Flamme eines Lichts in einige Entfernung vor dem Fenſter bringt. Denn wenn ſich alsdann der Beobachter gleichfalls einige Fuß weit von einem andern Theile des Fenſters entfernt, ſo wird er die Lichtflamme mit einem farbigen Hofe umgeben ſehen.

Ich war einmal Augenzeuge von einem das Auge ſehr vergnügenden Phänomen. Der Vollmond wurde zum Theil durch den Rand einer ſehr dünnen, weiſſen Wolke bedeckt. So wie dieſe Wolke nach der Ecke zu dünner wurde, hatte ſie die volle Wirkung eines Priſma im Zerſpalten der Lichtſtrahlen, und es zeigten ſich die Farben des Regenbogens nach den ihnen eigenthümlichen Abſtufungen.

Als ſich Bouguer auf dem Gipfel des Berges Pichinca in den Cordillera's befand, beobachtete er und einige andere ſeiner Begleiter eine höchſt merkwürdige Erſcheinung. Als die Sonne ſo eben hinter ihnen aufgieng, und eine weiſſe Wolke ungefehr dreyßig Schritt vor ihnen ſtand, ſahe ein Jeder ſeinen Schatten und keinen andern auf die Wolke hingeworfen. Alle Theile des Schattens waren abgeſchnitten, und der Kopf war mit einer Art von Glorie geſchmückt, welche aus drey bis vier concentriſchen Kronen von ſehr lebhafter Farbe beſtand, deren jede alle Abſtufungen des erſten oder Hauptregenbogens zeigte, und den rothen Ring an der äuſſern Seite hatte.

Mit dieſer Erſcheinung kommt ein Phänomen überein, welches Doktor M'Fait in Schottland beobachtete. Dieſer Gelehrte ſahe einen Regenbogen, rund um ſeinem Schatten, in einem Nebel, als er ſich auf einer Anhöhe über demſelben befand. In dieſer Stellung ſchien ihm das ganze Land unter Waſſer geſetzt zu ſeyn, und nur die Spitzen der Hügel erhoben ſich hier, und da über die

Fluth. Ein ander Mal beobachtete er eine doppelte Reihe von Farben um ſeinen Schatten herum *).

Die Nebenſonnen (parhelia) ſind die prächtigſten Erſcheinungen von dieſer Art. In den alten Schriftſtellern findet man derſelben häufig gedacht, weil ſie von denſelben als fürchterliche Vorbedeutungen angeſehen wurden. Vier Nebenſonnen beobachtete Scheiner in Rom und Muſſchenbroek in Utrecht auf einmal, und ſieben wurden von Hevel in Danzig im Jahre 1661. bemerkt **).

Die Nebenſonnen ſind meiſtens eben ſo groß als die wahre Sonne, aber nicht ganz ſo hell, wiewohl man ſie zuweilen eben ſo glänzend bemerkt haben will. Giebt es deren mehrere, ſo beſitzen ſie nicht alle einen und denſelben Grad der Helligkeit. Aeuſſerlich haben ſie, ſo wie der Regenbogen, ein farbiges Anſehen. Sie ſind nicht immer rund und haben zuweilen einen langen feurigen Schweif, welcher der Sonne entgegen geſetzt iſt, aber nach ſeinem Ende zu größer wird. Doktor Halley beobachtete eine, welche nach beyden Seiten Schweife hatte. Weidler ſah eine Nebenſonne, wovon der eine Schweif aufwärts, und der andere niederwärts gerichtet und etwas gekrümmt war: derjenige, welcher am weiteſten von der Sonne abſtand, war purpurfarben, der andere aber zeigte die Regenbogenfarben ***).

Meiſtens begleiten Höfe (coronæ) die Nebenſonnen. Einige derſelben ſind gefärbt, andre aber weiß. Auch giebt es im Allgemeinen einen ſehr großen weiſſen Kreis, welcher ſich dem Horizonte gleichlaufend erſtreckt und durch alle Nebenſonnen hindurch geht. Wäre derſelbe ganz, ſo würde er durch den Mittelpunkt der Sonne gehen. Zu-

*) Man ſ. Prieſtley's Optics p. 600.

**) Man ſ. Prieſtley a. a. O. Seite 613.

***) Man ſ. Prieſtley a. a. O. Seite 614.

weilen giebt es Bogen kleinerer Kreiſe, welche mit jenem einerley Mittelpunkt haben, und die die Sonne umgebenden Kreiſe berühren. Sie ſind gleichfalls gefärbt und enthalten andre Nebenſonnen.

Eine der merkwürdigſten Erſcheinungen dieſer Art war diejenige, welche oben erwähntermaſſen Scheiner in Rom beobachtete. Dieſes Phänomen kann zugleich als ein vollkommenes Beyſpiel einer Nebenſonne dienen.

Ich habe dieſe merkwürdigen Erſcheinungen auf der fünfzehnten Kupfertafel (Fig. 56.) abbilden laſſen. A iſt der Ort des Zuſchauers, B ſein Zenith, C die wahre Sonne, AB eine Ebene, welche durch das Auge des Beobachters, die wahre Sonne und das Zenith geht. Um die Sonne C herum zeigten ſich concentriſche Ringe, welche nicht vollſtändig, aber verſchiedentlich gefärbt waren. Der kleinere davon DEF war voller und vollſtändiger; und ob er gleich von D bis F offen war, ſo ſuchten dieſe Enden ſich doch immer zu vereinigen, und zuweilen erfolgte auch dieſe Vereinigung wirklich. Der äuſſere dieſer zwey Ringe war weit ſchwächer, ſo daß er ſich kaum unterſcheiden ließ. Indeſſen zeigte er eine Mannigfaltigkeit von Farben, war aber dabey immer ſehr veränderlich. Der dritte Kreis KLMN war ſehr groß und über und über weiß. Er gieng durch den Mittelpunkt der Sonne, und war überall dem Horizonte gleichlaufend. Anfangs war dieſer Kreis ganz, aber gegen das Ende der Erſcheinung zeigte er ſich ſchwach und zerriſſen, ſo daß man ihn von M nach N zu kaum bemerken konnte.

In dem Durchſchnitte dieſes Kreiſes und des äuſſern Regenbogens GKI zeigten ſich zwey Nebenſonnen N und K, welche nicht ganz vollkommen waren. K war ſchwächer, N aber ſchien heller und lebhafter. Ihr Mittelpunkt glich an Glanz beynahe der Sonne, nach den Rändern zu aber zeigten ſie ſich faſt ſo, wie der Regenbogen, gefärbt, und dieſe Ränder waren uneben und zerriſſen.

Die Nebenſonne N war unbeſtändig und es verbreitete ſich aus der ein ſpitziger Schweif NP von einer etwas feurigen Farbe, deſſen Länge ſich beſtändig verlängerte.

Die Nebenſonnen in L und M in dem horizontalen Ringe waren nicht ſo glänzend, als die erſtern, aber runder und weiß, gleichwie der Kreis, in welchem ſie ſich befanden. Die Nebenſonne N verſchwand vor K und während daß M ſchwächer wurde, nahm K an Glanz zu und verſchwand unter allen am letzten.

Ferner iſt zu bemerken, daß die Ordnung der Farben in den Kreiſen DEF, GKN eben dieſelbe war, welche man in den gewöhnlichen Höfen bemerkt, das heißt, die rothe Farbe fand ſich zunächſt bey der Sonne. Der Durchmeſſer des innern Kreiſes betrug gleichfalls gegen 45°, welches die gewöhnliche Größe eines Hofes iſt.

Man hat Nebenſonnen eine, zwey, drey und vier Stunden hinter einander beobachtet, und in Nordamerika ſollen ſie einige Tage lang fortdauren und vom Sonnenaufgange bis zum Sonnenuntergange ſichtbar ſeyn. Wenn ſie verſchwinden, ſo regnet es zuweilen, oder es fällt Schnee, der wie längliche Spiesſchen geſtaltet iſt *).

Wales meldet, zu Churchill in Hudſonsbay ſehe man immer vor dem Aufgange der Sonne zwey lange Ströhme von rothem Lichte. Dieſe erheben ſich, ſo wie die Sonne höher aufſteigt; und ſo wie ſie länger werden, fangen ſie an, ſich gegen einander hin zu neigen, bis ſie gerade über der Sonne zuſammen treffen und daſelbſt eine Art von Nebenſonne bilden.

Dieſe zwey Lichtſtröhme, ſagt er, ſcheinen in zwey andern Nebenſonnen, welche ſich mit der wahren Sonne über den Horizont erheben, ihren Urſprung zu haben.

*) Man ſ. Prieſtley a. a. O. von S. 614—617.

zur Winterszeit, da ſich die Sonne niemals über den dicken Nebel erhebt, welcher ſich, wie er meldet, immer in der Nähe des Horizontes befindet, begleiten dieſe Phänomene die Sonne den ganzen Tag hindurch, und gehen mit ihr auf dieſelbe Weiſe unter, wie ſie mit derſelben aufgegangen waren. Ein oder ein paar Mal wurde er unter der wahren Sonne eine vierte Nebenſonne gewahr; dies iſt aber nach ſeiner Verſicherung etwas ungewöhnliches *).

Die Urſache dieſer Erſcheinungen iſt offenbar die Zurückwerfung des Sonnenlichtes und des Sonnenbildes von den dicken und gefrornen Wolken in der nördlichen Atmoſphäre, verbunden mit einem Grade von Brechung. Mich in eine mathematiſche Zergliederung dieſer Erſcheinung einzulaſſen, würde nur die Geduld meiner Leſer ermüden, und doch nicht zu meinem Endzwecke gehören. Aus demjenigen, was ich bereits über dieſen Gegenſtand geſagt habe, erhellt offenbar, daß alle Erſcheinungen der Farben auf zwey Eigenſchaften des Lichtes, nehmlich dem Vermögen der Lichtſtrahlen, ſowohl gebrochen, als zurückgeworfen zu werden, beruhen.

Die blaue Farbe der Atmoſphäre hat Delaval in den ſchon oben gedachten Verſuchen ſehr ſchön erklärt. Er betrachtet die Atmoſphäre als einen halb durchſichtigen Mittelkörper, welcher mit flüchtigen und ausdünſtbaren Theilchen beladen iſt, die ſich aus natürlichen Körpern durch verſchiedene Operationen, zum Beyſpiel Gährung, Aufbrauſen, Fäulniß u. ſ. w. entbinden. Dieſe Theilchen unterſcheiden ſich an Dichte und ſo ferner, von der Luft gar ſehr, und da ſie ein weiſſes Licht zurückwerfen, ſo kann man ſie als eben ſo viele weiſſe Theilchen anſehen, welche durch die durchſichtige, farbenloſe Luft verbreitet ſind. In dieſer Rückſicht iſt die Atmoſphäre jenem halb durchſichtigen Mittelkörper ähnlich, welcher durch eine Mi-

*) Man ſ. Prieſtley a. a. O. S. 617.

ſchung des Arſeniks mit Glas hervorgebracht wird. Indem in dieſen beyden Subſtanzen die weiſſen Theilchen durch den durchſichtigen Mittelkörper locker zerſtreut ſind, werden die weniger brechbaren Lichtſtrahlen durch die Zwiſchenräume der Theilchen hindurch gelaſſen *), die brechbaren Strahlen aber werden von den Theilchen aufgefangen und zurückgeworfen, und die Miſchung dieſer Strahlen erzeugt eine blaue Farbe.

In der Luft werden ſo gut, als in den feſten halbdurchſichtigen Mittelkörpern, wenn die weiſſen Theilchen dichter beyſammen ſtehen, die ſie abſondernden Zwiſchenräume vermindert. In dieſem Zuſtande der Atmoſphäre wird eine große Anzahl aller Lichtſtrahlen zurückgeworfen, ſo daß eine vollkommen weiſſe Farbe erzeugt wird, oder das Anſehen ſich doch wenigſtens der weiſſen Farbe nähert. Wenn zum Beyſpiel der Theil der Atmoſphäre, welcher ſich nahe an der Oberfläche der Erde befindet, mit dicken Dünſten angefüllt iſt, ſo iſt dieſe Miſchung der Luft mit wäſſerichten oder andern Theilchen weiß; und ſo ſind gewöhnlich die Nebel beſchaffen. Erheben ſich dergleichen Dünſte hoch in die Atmoſphäre, und bilden ſie da Wolken, ſo werfen ſie das weiſſe Sonnenlicht zurück, und erſcheinen weiß, ſo oft die Lichtſtrahlen auf ſie ganz und unzertheilt auffallen; und da die zurückwerfenden Theilchen nicht gleichförmig durch jeden Theil der durchſichtigen Luft, woraus die Atmoſphäre hauptſächlich beſteht, verbreitet ſind, ſo geſchieht es oft, daß weite Striche der Luft nur mit einer ſolchen Menge davon verſehen ſind, daß ſie eine blaue Farbe zurückwerfen können, indeſſen ſich andre da-

*) Aus dieſem Grunde pflegen entfernte, mit Schnee bedeckte Berge, welcher bekanntlich alle Sonnenſtrahlen zurückwirft, wenn die Atmoſphäre dick und die Sonne ihnen faſt entgegen geſetzt iſt, von einer geſättigtern (warmer) Farbe zu ſeyn, als ſie ſonſt ſind, und ſich mehr dem Gelben und dem Orange zu nähern.

mit dermaſſen überladen finden, daß ſie Wolken hervorzu-bringen im Stande ſind.

Von der rothen und lebhaften Farbe der Morgen- und Abendwolken hat Melville nach ähnlichen Grundſätzen eine Urſache angegeben, von welcher man zugeſtehen muß, daß ſie wenigſtens ſcharfſinnig und wahrſcheinlich iſt. Er nimmt, ſo wie Delaval, an, daß eine Trennung der Lichtſtrahlen während des Durchganges derſelben durch die horizontale Atmoſphäre erfolgt, und daß die Wolken das Sonnenlicht, ſo wie ein halbdurchſichtiger farbenloſer Körper, zurückwerfen und durchlaſſen. Denn da die Atmoſphäre eine größere Menge von blauen und violetten Lichtſtrahlen, als von den übrigen, zurückwirft, ſo neigt ſich das durch dieſelbe hindurch fallende Sonnenlicht zu der gelben, orangen oder rothen Farbe, beſonders wenn es durch einen weiten Luftſtrich hindurch geht; und auf dieſe Weiſe färbt ſich der Sonne horizontales Licht dunkel orange und ſelbſt roth, die Farbe wird nach dem Untergange der Sonne noch dunkler. Hieraus ſchließt er, daß die Wolken in Gemäßheit ihrer verſchiedenen Höhen alle verſchiedene Farben beym Aufange und Untergange der Sonne annehmen können, indem ſie blos das auffallende Sonnenlicht, ſo wie ſie es erhalten, zurückwerfen.

Die grüne Farbe der See läßt ſich auch auf dieſelbe Weiſe erklären. Sir Iſaak Newton und andre haben angenommen, dieſe Wirkung rühre von der zurückwerfenden Kraft des Waſſers her. Daß dies aber nicht der Fall ſey, läßt ſich leicht darthun. Denn wenn man in ein Gefäß ſo viel Seewaſſer thut, daß es den Boden nur ein paar Zolle bedeckt, ſo hat es ein durchſichtiges und farbeloſes Anſehen.

Doktor Halley beobachtete in der Taucherglocke*), daß, wenn er ſich viele Faden tief hatte ins Waſſer ſenken

*) Man ſehe Newton's Optik. B. 1. Th. 2.

laſſen, der obere Theil ſeiner Hand, worauf die Sonne durch das Waſſer hindurch gerade ſchien, roth, der untere aber blaulich grün ausſahe. Ueber dieſe Erſcheinungen bemerkt Delaval, daß das Seewaſſer mit ungleichartigen Theilchen angefüllt iſt, wovon viele ſich an Dichte dem Waſſer ſo ſehr nähern, daß ihre Zurückwerfungskraft ſehr ſchwach ſeyn muß, ob ſie gleich, da ſie nicht völlig von derſelben Dichte ſind, immer noch das Vermögen, die Lichtſtrahlen zurückzuwerfen, in einem gewiſſen Grade beſitzen müſſen. Wiewohl nun dieſe Theilchen einzeln betrachtet unſichtbar ſeyn mögen, ſo wird doch, wenn die Kräfte einer großen Menge von dergleichen kleinen Körpern ſich vereinen, ihre Wirkung auf die Lichtſtrahlen merklich, indem einige Strahlen von ihnen zurückgeworfen werden, während daß andre durch ihre Zwiſchenräume hindurch gehen, je nachdem die Menge der zurückwerfenden Materie beſchaffen iſt, welche die Lichtſtrahlen in den innerlichen Theilen des Waſſers antreffen.

Die Undurchſichtigkeit der See, welche auf den zahlreichen Zurückwerfungen von den innern Theilen derſelben beruht, iſt ſo beträchtlich, daß das Seewaſſer an Durchſichtigkeit anderm Waſſer bey weitem nicht gleich kommt. Folglich beſitzen die in der Maſſe des Seewaſſers verbreiteten zurückwerfenden Theilchen eine größere Zurückwerfungskraft als diejenigen, welche ſich in der Atmoſphäre zerſtreut finden. Anſtatt alſo ein zartes Blau zurückzuwerfen, dergleichen die Farbe des Himmels iſt, zeigt ſich das Seewaſſer, indem es auf eine größere Menge der brechbaren Lichtſtrahlen wirkt, mit einer grünen Farbe, welche bekanntlich eine Mittelfarbe iſt, die entſteht, wenn ſich blaue Farben mit einigen der minder brechbaren, zum Beyſpiel, den gelben oder orangefarben, vermiſchen.

Was die von Doktor Halley bemerkten Phänomene anbelangt, ſo begreift man leicht, daß das Licht,

wenn es alle brechbarere Strahlen verlohren hat, eine roſenrothe Farbe hervorbringen muß, dergleichen Halley auf dem obern Theile ſeiner Hand beobachtete. Im Gegentheile dasjenige Licht, welches den untern Theil der Hand erleuchtete, beſtand zum Theil aus Strahlen, die von dem Grunde, zum Theil aus ſolchen, welche von den innern Theilen des Seewaſſers zurückgeworfen wurden. Da nun, wie wir geſehen haben, dieſe hauptſächlich blau und violett ſind, ſo erzeugte die Miſchung derſelben die grünliche Farbe, welche Halley beobachtete *), und welche, wie die alltägliche Erfahrung lehrt, die vorſtechende Farbe des Oceans iſt.

*) Man ſ. Delaval über die Urſachen der Farben in undurchſichtigen Körpern, im 2ten Bande der Abhandl. d. Geſellſch. zu Mancheſter.

Zehntes Kapitel.

Ueber die Beugung des Lichts (inflexio).

Ueberblick der Lehre von der Zurückwerfung der Lichtſtrahlen. — Natur der Beugung des Lichts (inflexio). — Newtons Verſuche. — Analogie zwiſchen dieſer Eigenſchaft und der Brechung der Lichtſtrahlen. — Sonderbare Wirkungen, welche von dieſer Eigenſchaft abhangen.

Die Richtung der Lichtſtrahlen ändert ſich, wie wir geſehen haben, bey ihrer Annäherung an gewiſſe Körper durch die Zurückwerfung und Brechung. Wir müſſen folglich annehmen, daß es in dieſen Körpern eine Kraft giebt, welche dergleichen Wirkungen überhaupt hervorbringt. Beruhte die Zurückwerfung blos darauf, daß die Lichttheilchen auf harte oder elaſtiſche Körper aufſtießen, oder wären ſie an ſich elaſtiſch, ſo würden dieſelben Wirkungen erfolgen, welche man bey dem Aufſtoßen andrer elaſtiſchen Körper beobachtet; aber der Einfallswinkel könnte dem Zurückwerfungswinkel nicht gleich ſeyn, wofern nicht die Lichttheilchen, oder die Körper, auf welche dieſelben ſtoſſen, vollkommen elaſtiſch wären. Nun wiſſen wir, daß die Körper, auf welche dieſe Theilchen treffen, nicht vollkommen elaſtiſch ſind. Wären alſo die Lichttheilchen vollkommen elaſtiſch, ſo würde die Verbreitung des Lichtes von den zurückwerfenden Körpern ganz anders ſeyn, als wir ſie gegenwärtig beobachten. Denn da ſich kein Körper vollkommen poliren läßt, ſo würden die Lichttheilchen, welche ſo unbegreiflich fein ſind, von den Unebenheiten auf der Oberfläche nach allen Richtungen zurückgeworfen werden.

den. Wir gelangen alſo zu dem Schluſſe, daß die zurückwerfenden Körper eine Kraft beſitzen müſſen, welche ſchon in einer kleinen Entfernung von ihren Oberflächen wirkt.

Giebt man zu, daß dieſes Räſonnement gegründet iſt, ſo folgt nothwendig daraus, daß, wenn ein Lichtſtrahl, anſtatt auf einen Körper aufzufallen, bey demſelben ſo nahe vorbeygeht, daß er in den Wirkungskreis der Kraft, welche der Körper beſitzt, gelangt, ſeine Richtung ſchlechterdings eine Veränderung erleiden muß. Wirkliche Verſuche beſtätigen auch die Wahrheit dieſes Satzes; und die Veränderung in der Richtung eines Lichttheilchens, welche der Nähe deſſelben bey einem Körper ihren Urſprung verdankt, nennen wir Beugung des Lichtes (inflexio).

Aus einem der von Sir Iſaak Newton in dieſer Abſicht angeſtellten Verſuche läßt ſich die ganze Sache leicht begreifen.

In einer zwey bis drey Fuß weiten Entfernung von dem Fenſter eines verdunkelten Zimmers, worin ſich, um dem Lichte den Eintritt zu verſtatten, ein drey Viertel Zoll breites Loch befand, brachte er einen Bogen ſchwarzer Pappe an, in deſſen Mitte ein Loch, einen Viertel Zoll im Quadrat groß angebracht war. Hinter dieſes Loch hielte er die Klinge eines ſcharfen Meſſers, um einen kleinen Theil des Lichtes aufzufangen, welcher ſonſt durch das Loch durchgefallen ſeyn würde. Die Ebenen der Pappe und der Klinge waren einander gleichlaufend. Befand ſich die Pappe von dem Fenſter in einer ſolchen Weite, daß alles in das Zimmer fallende Licht durch das Loch in der Pappe gehen mußte, ſo fieng er die durch dieſes Loch fallenden Lichtſtrahlen mit einem Stücke Papier zwey bis drey Fuß jenſeits des Meſſers auf und bemerkte ſo zwey Ströhme ſchwaches Licht, welche nach beyden Richtungen aus dem Strahlenzylinder in den Schatten hin liefen. Weil die Helligkeit der geraden Strahlen das ſchwächere Licht verdunkel-

te, ſo machte er in das Papier ein Loch, und ließ jene Strahlen durch daſſelbe fallen. Auf dieſe Weiſe bekam er Gelegenheit die zwey Lichtſtröhme, welche an Länge, Breite und Menge des Lichtes einander faſt gleich waren, genau unterſuchen zu können. Derjenige Theil, welcher ſich am nächſten bey dem geraden Sonnenlichte befand, war ungefehr einen Viertel Zoll weit ziemlich ſtark, nahm allmählig ab, bis er unmerklich wurde, und unterſpannte bey der Schneide des Meſſers einen Winkel von ungefehr zwölf, höchſtens vierzehn Grad.

Hierauf wurde ein anderes Meſſer, dem erſtern entgegengeſetzt, angebracht. Nun bemerkte Newton, daß, wenn die Entfernung ihrer Schneiden ungefehr ein Vierhundertel eines Zolles betrug, der Lichtſtrohm ſich in der Mitte theilte, und zwiſchen den beyden Theilen einen Schatten ließ, welcher ſo dunkel war, daß alles zwiſchen den Meſſern hindurch gehende Licht nach dem einen oder dem andern Meſſer hin gebeugt zu ſeyn ſchien. So wie die Meſſer einander mehr genähert wurden, nahm dieſer Schatten an Breite zu, bis bey der Berührung der Meſſer das ganze Licht verſchwand.

Als Newton ſeine Beobachtungen über dieſe Erſcheinung verfolgte, wurde er gleichſam Franzen, wie man ſie nennen könnte, von verſchiedentlich gefärbtem Lichte gewahr. Dreye davon wurden auf der einen Seite durch die Schärfe des einen, und dreye auf der andern durch die Schärfe des andern Meſſers gebildet. Hieraus zog er die Folgerung, daß, gleichwie bey der Brechung die Lichtſtrahlen verſchiedentlich modificirt werden, eben daſſelbe ihnen auch bey einer Entfernung von Körpern vermöge der Beugung wiederfährt. Durch viele andere Verſuche derſelben Art beſtätigte er dieſe Behauptung, an deren Wahrheit jetzt überhaupt nicht mehr gezweifelt werden darf.

Wir können nun leicht denken, daß dieſe Eigenſchaft der Beugung manche merkwürdige Veränderungen in der Erſcheinung äuſſerer Gegenſtände veranlaſſen müße. Nehmen wir zum Beyſpiel ein Stück Draht von einem kleinern Durchmeſſer, als das Sehloch des Auges iſt, und bringen wir daſſelbe zwiſchen das Auge und einen entfernten Gegenſtand, ſo wird der letztere vergrößert erſcheinen. Es ſey (Fig. 57.) A ein Kirchthurm, B das Auge, und C der Draht. Die Lichtſtrahlen, wodurch man ſonſt den Thurm geſehen haben würde, werden von dem Drahte aufgefangen, und man ſieht den Thurm nunmehr mittelſt gebogener Lichtſtrahlen, welche einen größern Winkel, als die geraden Strahlen, einſchließen, und folglich auch den Thurm vergrößert zeigen.

Schließt man die Augen beynahe zu, und richtet man ſie dann nach einem Lichte, ſo ſieht man Lichtſtrahlen von demſelben nach verſchiedenen Richtungen, wie Kometen-Schweife ausfahren. Denn indem das Licht durch die Augenwimpern hindurch geht, ſo erleidet es eine Beugung, und es erzeugen ſich folglich viele abgeſonderte Strahlenbündel, welche von dem leuchtenden Gegenſtande auseinander fahren.

Das Vermögen der Körper, die nahe bey ihnen vorbey fahrenden Lichtſtrahlen zu beugen, bringt nach der Natur der gebeugten Lichtſtrahlen verſchiedene Wirkungen hervor. Folglich findet eine Trennung in den verſchiedentlich brechbaren Strahlen Statt, und jene Franzen, welche Sir Iſaak Newton bemerkt hat, zeigen ſich in andern Gegenſtänden, welche vermittelſt gebeugter Lichtſtrahlen geſehen werden.

Betrachtet man auf dieſe Weiſe die Wirkung der Körper auf das Licht, ſo gelangt man zu folgender allgemeinen Schlußfolge, welche der große Newton zu-

erſt gezogen hat. Die Wirkung auf das Licht erfolgt, wie bey jeder andern Materie in einer gewiſſen Entfernung, und die Zurückwerfung, Brechung und Beugung des Lichtes rühren von gewiſſen allgemeinen Geſetzen in den Theilchen der Materie her, welche zur Erhaltung der ſchönen Harmonie in den uns am nächſten gelegenen Gegenſtänden eben ſo nothwendig ſind, als zur Erzeugung jenes großen Naturgeſetzes, vermöge deſſen die größern Körper in den ihnen zugetheilten Luftbahnen ihres Syſtems zurückgehalten werden.

Viertes Buch.
Von der Elektrizität.

Erſtes Kapitel.
Geſchichte der Entdeckungen in der Lehre der Elektrizität.

Entſtehung des Nahmens. — Wie weit die Elektrizität den Alten bekannt war. — Boyle. — Otto Guerike. — Dr. Wall. Hawkſber. — Grey's Entdeckungen. — Dufay's Entdeckungen. — Erweiterung dieſer Lehre durch deutſche Naturforſcher. — Leidner Flaſche, = Elektriſche Batterie — Spiritus, mittelſt der durch die Themſe hindurch geführten Elektrizität entzündet. — Zwey Arten der Elektrizität entdeckt. — Dr. Franklins große Entdeckungen.

Die anziehende Kraft, welche Bernſtein und andere elektriſche Körper durch Reiben erhalten, war den Philoſophen ſchon längſt bekannt; und es iſt unnöthig zu bemerken, daß dieſer Theil der Naturlehre ſeinen Nahmen von ἤλεκτρον (electrum), einem griechiſchen Worte, welches Bernſtein bedeutet, erhalten habe. Die andern elektriſchen Eigenſchaften wurden ſpäterhin entdeckt. Boyle war der erſte, welcher einen ſchwachen Schein von elektriſchem Lichte bekam, als er bemerkte, daß einige Diamanten, wel-

che er gerieben hatte, um ihnen die anziehende Kraft mitzutheilen, im Dunkeln leuchteten.

Otto Guerike, Burgermeiſter in Magdeburg, machte eine elektriſche Kugel von Schwefel, und ſtellte, nachdem er ſie in einem hölzernen Geſtelle herum gedreht und mit ſeiner Hand zu gleicher Zeit gerieben hatte, verſchiedene elektriſche Verſuche damit an. Er vermehrte die vorhandenen Kenntniſſe in der Elektrizität mit der Bemerkung, daß ein von einem elektriſirten Körper einmal angezogener Körper von dem erſtern zurückgeſtoßen und nicht eher wieder angezogen würde als bis der letztere einen andern (nicht oder entgegengeſetzt elektriſirten) Körper berührt hätte. So war er im Stande, eine Feder in der Luft über ſeiner Schwefelkugel ſchwebend zu erhalten; allein wenn er ſie gegen einen leinenen Faden oder die Flamme eines Lichtes hintrieb, ſo bemerkte er, daß ſie augenblicklich ihre Neigung, ſich der Schwefelkugel wieder zu nähern, wieder annahm. Endlich beobachtete er auch das ziſchende Geräuſch und das Licht, welches ſeine Kugel hervorbrachte.

Dieſe beyden Umſtände wurden indeſſen in der Folge von dem Doktor Wall genau wahrgenommen, welcher ebenfalls fand, daß das durch Reiben eines Bernſteinſtücks an einem wollenen Zeuge erregte Licht im Dunkeln beträchtlich und mit einem Kniſtern vergeſellſchaftet war. Er machte ſogar, was noch mehr zu verwundern iſt, die Bemerkung, daß „dieſes Licht und Kniſtern einigermaſſen Blitz und Donner darzuſtellen ſcheine".

Hawksbee beobachtete zuerſt die beträchtliche elektriſche Kraft des Glaſes. Er bauete eine hölzerne Maſchine, welche ihm ſchicklich däuchtete, um eine gläſerne Kugel damit in Bewegung zu ſetzen. Er beſtätigte alle Verſuche des Doktor Wall. Er bemerkte, daß das von einem geriebenen elektriſchen Körper ausſtröhmende Licht,

auſſer dem kniſternden Geräuſche, auch eine ſtechende Empfindung erregte, wenn es auf die Hand geleitet wurde. Er wußte endlich, daß alle dieſe elektriſchen Kräfte durch Wärme vermehrt, und durch Feuchtigkeit vermindert würden.

Bisher ſcheint der Unterſchied zwiſchen ſolchen Körpern, welche durch Reiben elektriſirt werden können, und ſolchen, welche ihre Elektrizität ganz allein von den andern zu erhalten im Stande ſind, ſchwerlich gemuthmaſſet worden zu ſeyn. Dieſe große Entdeckung wurde um das Jahr 1729. von Grey, einem Penſionär des Karthäuſer-Kloſters, gemacht. Er muthmaſſete, nach einigen vergeblichen Verſuchen, Metallen durch Erhitzen, Reiben und Hämmern eine anziehende Kraft mitzutheilen, daß eine gläſerne geriebene Röhre eben ſo ihre anziehende Kraft verſchiedenen Körpern mitzutheilen im Stande ſeyn möchte, ſo wie ſie ihr Licht denſelben im Dunkeln mittheilt. Um ſich von dieſer Vermuthung durch Verſuche zu überzeugen, verſah er ſich mit einer drey Fuß und fünf Zoll langen, und beynahe einen und ein Fünftel Zoll im Durchmeſſer haltenden Glasröhre, deren Oeffnungen mit Korkſtöpſeln verſtopft waren, und fand, daß, wenn die Röhre durch Reiben elektriſirt worden war, eine Pflaumfeder eben ſo ſtark von den Korkſtöpſeln, als von der Glasröhre ſelbſt, angezogen wurde. Um ſich von dieſer Thatſache noch mehr zu überzeugen, verſchaffte er ſich eine elfenbeinerne Kugel, die er anfänglich an ein vier Zoll langes Stückchen Tannenholz befeſtigte, welches er in den Kork geſteckt hatte, und fand, daß die Feder hiervon noch ſtärker, als vom Kork ſelbſt, angezogen wurde. Nachher befeſtigte er die Kugel mit dem nehmlichen Erfolg an lange Stäbe von dem angeführten Holze und an Stücken von Kupfer- und Eiſendraht. Endlich hieng er die elfenbeinerne Kugel an einem langen Bindfaden von einem hohen Balken herab, und er fand, daß dieſelbe in dieſem Zuſtande beſtändig im Stande war, in dem Hofe leichte Körper anzuziehen, nach-

dem er das obere Ende des Bindfadens mit der geriebenen Glasröhre in Verbindung gebracht hatte.

Sein nächſter Verſuch gieng dahin, zu ſehen, ob dieſe Kraft in einer horizontalen Richtung eben ſo gut, als in einer ſenkrechten, fortgeleitet werden könnte. In dieſer Abſicht befeſtigte er eine Schnur an einem Nagel, welcher in einen der Balken des Tafelwerks eingeſchlagen wurde: an das herabhangende Ende derſelben machte er eine Schlinge, durch welche er den Bindfaden mit der an ſeinem Ende befindlichen Kugel zog, und gieng mit der Glasröhre in das andre Ende der Stube. Allein in dieſem Zuſtande hatte ſeine Kugel ganz die anziehende Kraft verlohren. Als er einem ſeiner Freunde dieſe mißlungenen Verſuche meldete, ſo fiel man darauf, daß die Schnur, deren er ſich zur Feſthaltung ſeines Bindfadens bedient hatte, zu dick geweſen ſeyn, und die elektriſche Kraft aufgehalten haben könne. Beyde Naturforſcher verſuchten daher, dieſem Uebel dadurch abzuhelfen, daß ſie eine ſeidene Schnur anſtatt der hänfenen anwendeten. Mit dieſem Apparat gelang der Verſuch über ihre Erwartung. Durch dieſen glücklichen Erfolg aufgemuntert und in der ſichern Meinung, daß derſelbe gänzlich der Feinheit der Seide zugeſchrieben werden müſſe, unternahmen ſie, den Bindfaden, an welchem die Kugel hieng, mittelſt eines ſehr feinen Kupfer- oder Eiſendrahts zu befeſtigen; allein zu ihrem äuſſerſten Erſtaunen fanden ſie den Erfolg genau ſo, wie er beym Gebrauche der hänfenen Schnur ausgefallen war. Die elektriſche Kraft war gänzlich verlohren gegangen, da ſie im Gegentheil, wenn ſie den Bindfaden an einen ſeidenen Faden befeſtigten, im Stande waren, die Elektrizität ſieben hundert und fünf und ſechszig Fuß weit zu leiten.

Es war daher augenſcheinlich, daß dieſe Wirkungen von einer beſondern Eigenſchaft der Seide abhiengen, welche ſie ungeſchickt machte, die elektriſche Kraft ſo fortzu-

leiten, wie es die hänfene Schnur und der metallene Draht gethan hatte. Dieſes leitete wahrſcheinlich unmittelbar auf die Entdeckung andrer nicht-leitender Körper und Haare, Harz, Glas und ſo weiter wurden gegenwärtig zur Abſonderung ſolcher Körper, welche elektriſirt wurden, angewendet. Die nächſt darauf folgende Erfindung betraf die Elektriſirung einzelner Körper durch Abſonderung derſelben mittelſt nicht leitender Subſtanzen. Auf dieſe Art machte Grey mit ſeinem Freunde, Whenler, eine große Mappe, ein Tiſchtuch ꝛc. elektriſch. Am Ende des nehmlichen Sommers fand Grey, daß er eine Ruthe eben ſo gut, als einen Bindfaden elektriſiren konnte, ohne irgend einen Theil derſelben in ſeine excitirte Glasröhre zu ſtecken, und daß er zur Erreichung ſeiner Abſicht nichts weiter nöthig hatte, als die Ruthe genau in Berührung mit dem Apparate zu bringen.

Grey verſuchte auch die Wirkungen der Elektrizität auf thieriſche Körper. Er hieng einen Knaben in einer horizontalen Lage in Stricken von Haaren auf, und brachte die geriebene und elektriſirtee Glasröhre an ſeinen Fuß. Sogleich wurden Goldblättchen lebhaft von dem Kopfe des Knaben angezogen. Er fand auch, daß er flüßigen Körpern Elekrizität mittheilen konnte, wenn er ſie auf einen Pechkuchen ſtellte. Er beobachtete ferner, daß, wenn er eine excitirte Glasröhre über einen Becher voll Waſſer hielt, das letztere unter der Röhre ſich ſogleich in einer kegelförmigen Geſtalt erhob; daß die elektriſche Materie aus der Röhre in das Waſſer mit einem kleinen Blitze und einem kniſternden Geräuſche übergieng und daß das Waſſer mit einer zitternden und wellenförmigen Bewegung wieder niederſank.

Nach dieſem Zeitraum ſchränkte ſich der Geiſt der Unterſuchung in dieſem Felde des menſchlichen Wiſſens nicht länger auf England ein. Dufay, Aufſeher des königlichen Gartens in Paris, erweiterte die Lehre von

der Elektrizität mit folgenden Entdeckungen. Er fand, daß alle Körper, die metalliſchen, nebſt einigen weichen und flüſſigen, ausgenommen, elektriſirt werden könnten, wenn man ſie erſtlich erwärmte und dann mit einer Art von Tuch rieb. Er nahm ferner diejenigen Subſtanzen aus, welche durch die Wärme weich werden, zum Beyſpiel Gummen, oder ſich im Waſſer auflöſen, als Leim. Als er die Greyſchen Verſuche mit einem Bindfaden und ſo ferner weiter fortſetzte, ſo nahm er wahr, daß ſie beſſer gelangen, wenn er den Bindfaden feucht machte. Um die Wirkungen dieſer wunderbaren Materie auf den thieriſchen Körper zu prüfen, hieng er ſich ſelbſt in Schnüren auf, ſo wie Grey einen Knaben aufgehangen hatte, und bemerkte in dieſer Lage, daß, ſobald er elektriſirt war und eine andre Perſon ihre Hand oder einen metallenen Stab in der Entfernung eines Zolles ſeinem Körper nahe brachte, ſogleich aus demſelben ein oder mehrere ſtechende Funken mit einem knackenden Geräuſch hervorbrachen. Er ſetzt hinzu, daß dieſer Verſuch in derjenigen Perſon, welche dieſen Funken aus ſeinem Körper gezogen hatte, eine ähnliche Empfindung, als er ſelbſt gehabt hatte, hervorbrachte und daß im Dunkeln jedes knackende Geräuſch von einem Feuerfunken veranlaßt wurde.

Als Grey ſeine Verſuche wieder vornahm, ſo ſchloß er unmittelbar aus dem von Dufay angeſtellten, in welchem ein Stück Metall Funken aus einer elektriſirten und in ſeidnen Schnüren aufgehangenen Perſon zog, daß der Erfolg der nehmliche ſeyn würde, wenn die Perſon und das Stück Metall ihre Plätze mit einander vertauſchten. Er hieng, dieſem Schluſſe zu Folge, nahe an ſeiner excitirten Glasröhre einen metallenen Stab in ſeidnen Schnüren auf, und fand, daß man nach Belieben Funken aus demſelben herausziehen konnte. Dies war der Urſprung der metallenen Leiter. Grey vermuthete, daß das elektriſche Feuer die nehmliche Natur mit dem Blitze und Donner beſitzen möchte.

Deutſchlands Naturforſchern ſind wir die mehreſten Entdeckungen in Anſehung des elektriſchen Apparats ſchuldig. Sie erneuerten den Gebrauch der Kugel, welchen Hawksber erfunden hatte, und welcher in der Folge durch den Zylinder verdrängt worden war. Dieſer Kugel gaben ſie eine kreisförmige Bewegung mittelſt eines Rades, und bedienten ſich zur Reibung derſelben anſtatt der Hand eines wollenen Zeuges. Bey der großen Kraft ihrer Maſchinen waren ſie auch im Stande, einige von den ſehr entzündlichen Subſtanzen, zum Beyſpiele höchſt rectificirte Geiſter, durch den elektriſchen Funken anzuzünden.

Allein am meiſten überraſchte eine Entdeckung, welche unmittelbar auf dieſe Verſuche in den Jahren 1745 und 1746 folgte: ich meine die Methode, die elektriſche Kraft mittelſt der Leidner Flaſche anzuhäufen. Von Kleiſt, Dechant des Domcapituls zu Camin in Pommern, war der erſte, welcher fand, daß ein in ein Arzneyglas geſteckter Nagel oder metallener Draht, wenn er an das elektriſirende Glas und an den erſten Leiter gehalten wird, im Stande iſt, die elektriſche Kraft zu ſammlen und die merkwürdigſten Wirkungen hervorzubringen. Er bemerkte bald, daß eine geringe Menge einer Flüſſigkeit im Glaſe die elektriſche Kraft verſtärkte, und nachfolgende Elektriker fanden, daß eine in einem Glaſe eingeſchloſſene Flüſſigkeit oder irgend ein andrer leitender Körper die Kraft beſitzt, die elektriſche Materie anzuhäufen und, wenn ich mich dieſes Ausdrucks bedienen darf, zu verdichten. Der Stoß, welchen ein Elektriker mittelſt der Leidener Flaſche austheilen kann, iſt hinlänglich bekannt. Die Entdeckung der Erſchütterungs-Flaſche wurde bald durch eine andre, nehmlich durch die Erfindung der elektriſchen Batterie, abgelöſet. Mit dieſem Nahmen belegt man mehrere mit einander verbundene Flaſchen, wodurch die Stärke des elektriſchen Stoßes verhältnißmäſig wächst. Man verſuchte die Kraft eines ſolchen Stoßes an Thieren und fand, daß er

manchen von den kleinern tödtlich war, welche davon das Anſehen bekamen, als wenn ſie vom Blitze erſchlagen worden wären. Mittelſt dieſer Verrichtung leitete man die elektriſche Materie auch durch große Strecken; die franzöſiſchen Naturforſcher durch einen Raum von beynahe drey Meilen, und Watſon nebſt einigen andern Mitgliedern der königlichen Geſellſchaft der Wiſſenſchaften, mittelſt eines Drahtes über die Themſe und wieder rückwärts durch dieſen Fluß, und mit dieſem letztern Funken zündete man brennbare Geiſter an. Bey einem andern, von dem nehmlichen Gelehrten angeſtellten Verſuche fand man, daß die elektriſche Materie einen Umlauf von beynahe vier Meilen faſt in einem Augenblicke zurücklegte.

Die nächſte Entdeckung betraf die Natur, oder vielmehr die Entſtehung der elektriſchen Materie. Doktor Watſon wurde zuerſt auf die Vermuthung gebracht, daß die gläſernen Röhren und Kugeln die elektriſche Kraft nicht in ſich enthielten, indem er beobachtete, daß, wenn er, auf Kuchen von Wachs ſtehend, (um, ſeiner Meinung nach, zu verhüten, daß keine elektriſche Materie durch ſeinen Körper in den Fußboden des Zimmers übergehen möchte,) die Glasröhre gerieben hatte, die dadurch erregte Elektrizität ſo ſchwach war, daß man kein Kniſtern bemerken konnte, wenn eine andre Perſon irgend einen Theil ſeines Körpers anrührte; daß hingegen dieſes kniſternde Geräuſch ſehr merklich war, wenn eine andre, nicht abgeſonderte Perſon ihre Hand an die Glasröhre, während ſie gerieben wurde, hielt. Der Erfolg war der nehmliche, wenn man die Kugel unter ähnlichen Umſtänden herumdrehte. Denn wenn die das Rad in Bewegung ſetzende Perſon, welche zugleich mit der ganzen Maſchine in ſeidenen Stricken hieng, den Fußboden des Zimmers mit einem Fuße berührte, ſo erſchien Feuer im erſten Leiter; wenn ſie hingegen keine Verbindung mit dem Fußboden unterhielt, ſo wurde der Leiter auch nicht elektriſirt. Aus dieſen und andern ent-

ſcheidenden Verſuchen ſchließt Doktor Watſon, daß dieſe Glaskugeln und Röhren nichts weiter, als die erſten bewegenden oder beſtimmenden Kräfte der elektriſchen Materie ſind.

Dúfay hat zwey verſchiedene Arten von Elektrizität unterſchieden: die eine nennt er die Glas- die andre die Harz-Elektrizität. Bald nach der Entdeckung der Leidener Flaſche fand man, daß, wenn man die äuſſere Seite der Flaſche mit einer leitenden Subſtanz belegte, die mittelſt eines metallenen Drahtes mit der die Flaſche entladenden Perſon in Verbindung gebracht würde, der Stoß auſſerordentlich verſtärkt werden könnte. Und in der That ſchien es, daß die Flaſche nicht geladen werden könnte, wofern keine leitende Subſtanz mit der Auſſenſeite der Flaſche in Berührung gebracht würde. Indeſſen erklärte erſt Doktor Franklin dieſe Erſcheinungen. Er zeigte, daß der Ueberſchuß der Elektrizität, welcher von einer der belegten Oberflächen der Flaſche aufgenommen worden war, wirklich von der andern genommen wurde, und daß die eine Fläche weniger Elektrizität, als ihr natürlicher Antheil beträgt, beſitzt, während daß auf der andern eine größere Menge derſelben angehäuft iſt. Er hat dieſen doppelten Zuſtand der Körper in Hinſicht auf die Menge ihrer Elektrizität durch die Ausdrücke Plus- oder poſitive und Minus- oder negative Elektrizität unterſcheiden, und aus den Erſcheinungen gefolgert, daß die Körper, welche die von Dufay ſogenannte Harzelektrizität beſitzen, ſich in dem Zuſtande des Minus, das heißt, in demjenigen Zuſtande befinden, wo ſie elektriſche Materie aus andern Körpern anziehen, während daß die mit der Glaselektrizität verſehenen Körper Plus elektriſirt, oder mit andern Worten, im Stande ſind, andern Körpern Elektrizität mitzutheilen. Durch dieſe Entdeckung war Doktor Franklin vermögend, die elektriſche Kraft beynahe nach Belieben zu verſtärken. Er

verband nehmlich die Auſſenſeite einer Flaſche mit der innern einer zweyten, ſo daß die aus der erſtern ausgetriebene Flüſſigkeit von der letztern aufgenommen und was von der zweyten ausgetrieben worden war, in die dritte übergeleitet wurde, und ſo ferner. Dieſe Vorrichtung machte den unter dem Nahmen der elektriſchen Batterie *) bekannten Apparat aus.

*) In dieſem Stücke ſowohl, als darin, daß durch dieſe Vorrichtung die elektriſche Kraft nach Belieben verſtärkt werden kann, ſchwebt der Verf. in Irrthum. Denn, um von dem letztern zuerſt zu reden, iſt es falſch, daß die elektriſche Kraft der erſten Flaſche erhöht werden ſollte, wenn zehn und mehrere Flaſchen auf die beſchriebene Art mit einander verbunden würden, weil die letztere Flaſche nicht mehr Elektrizität enthält, als die erſte an die zweyte abgegeben hatte. Die Elektrizität der ganzen Reihe von Flaſchen iſt nicht etwa in der innern Belegung der letzten Flaſche verdichtet worden, ſo daß bey der Entladung derſelben alle Elektrizität aller Flaſchen durch den Auslader hindurch geht, ſondern bey der Verbindung der äuſſern Seite der letzten, und der innern der erſten Flaſche geht blos die in der innern Belegung der erſten Flaſche angehäufte Elektrizität in die äuſſere Belegung der letztern über: die dadurch frey gewordene Elektrizität der innern Fläche der letzten Flaſche erſetzt das Minus der äuſſern Belegung der vorletzten und ſo geht es fort, bis das frey gewordene Plus der zweyten Flaſche das Minus der erſten erſetzt hat. Es iſt alſo ganz einerley, ob ich eine einzige Flaſche bis zu ihrem Maximum geladen habe, oder ob ich eine Reihe von 10 und mehrern, auf die vom Verf. angegebene Art verbundenen Flaſchen bis zum höchſten Punkte lade. Geſetzt das Maximum der Elektrizität der erſten Flaſchen wäre = 6, und ich hätte vier Flaſchen auf iene Weiſe an einander gehenkt, ſo würde die Elektrizität der letzten nicht gleich ſeyn der Elektrizität von A + B + C + D, oder 6 x 4, ſondern einzig und allein = 6, weil aus der äuſſern Seite der letzten Flaſche nicht mehr Elektrizität ausgetrieben worden iſt, als die innere Seite der erſten Flaſche erhalten hat, d. h. = 6, die negativen Flächen der dazwiſchen liegenden Flaſchen aber ihr

Die verwunderungswürdigſte Entdeckung, welche **Franklin** oder ich möchte ſagen, irgend eine andre Perſon in dieſem Theile der Naturlehre jemahls gemacht hat, beſtand in dem Beweiſe deſſen, was andre blos flüchtig vermuthet hatten; nehmlich der vollkommenen Aehnlichkeit oder vielmehr Identität der elektriſchen und der Blitzmaterie. Doktor **Franklin** wurde auf dieſe Entdeckung durch die Vergleichung der Wirkungen des Blitzes mit denen der Elektrizität, und durch die Bemerkung geleitet, daß, wenn zwey elektriſirte Flintenläufe ſchon zweyzollige Funken geben, die Wirkung von zehntauſend Morgen (acres) elektriſirter Wolken erſt auſſerordentlich groß ſeyn müſſe. Indeſſen war er mit blos theoretiſchen Gründen nicht zufrieden, ſondern verſah einen papierenen Drachen mit einem zugeſpitzten Drahte, und ließ ihn während eines Gewitters gegen eine elektriſirte Wolke ſteigen. Der Draht an dem Drachen zog den Blitz aus der Wolke an, und leitete ihn längs der hänfenen Schnur herab. Hier empfieng denſelben ein an das Ende der Schnur ge-

zur Wiederherſtellung des Gleichgewichts nothwendiges + E von den mit ihnen in Verbindung ſtehenden poſitiven Belegungen bekommen müſſen. — Bey einer **Batterie** hingegen müſſen alle innere Belegungen mit einander, und alle äuſſere Belegungen wieder mit einander in Verbindung ſtehen, ſo daß eine gewiſſe Menge von Elektrizität ſich gleichförmig über die innern Belegungen aller Flaſchen verbreitet, und, wenn ich die äuſſere Belegung **einer** Batterieflaſche ohne vorher die metallenen Verbindungen der Flaſchen unter einander aufgehoben zu haben, mit der innern der nehmlichen oder irgend einer andern Flaſche in Verbindung bringe, alle Flaſchen entladen, welches bey der vorigen Einrichtung des erſchütternden Apparats nicht der Fall war. Denn hier kann man die letzte, oder die erſte Flaſche ganz allein für ſich, oder die zwey, drey und ſ. w. oberſten oder unterſten Flaſchen mit einander entladen, ohne daß dadurch die übrigen, nicht in der Entladungskette begriffenen Flaſchen zugleich mit ihrer Elektrizität beraubt worden wären.

A. d. **Ueberſ.**

bundener Schlüſſel: der Theil der Schnur, welcher in der Hand gehalten wurde, war von Seide, um die bis zum Schlüſſel herab gekommene elektriſche Kraft aufzuhalten. Mit dieſem Drachen ladete er Flaſchen, zündete brennbare Geiſter an, und verrichtete alle gewöhnlichen elektriſchen Verſuche.

Nach dieſer Entdeckung verſchaffte ſich **Franklin** einen iſolirten Metallſtab, um den Blitz aus der Atmoſphäre in ſein Haus herabzuziehen, und mit ihm Verſuche anſtellen zu können. Er verband auch zwey Glöckchen mit dieſem Stabe, deren Läuten ihn von dem elektriſchen Zuſtande des iſolirten Metallſtabes benachrichtigte. Dies war der Urſprung der jetzt allgemein gebräuchlichen metallenen Leiter.

Canton entdeckte nachher, daß die poſitive und negative Elektrizität, von welchen man vermuthet hatte, daß ſie von der Natur des excitirten Körpers abhiengen, und die man dieſer Vorausſetzung zu Folge, mit dem Nahmen der harzigen und gläſernen Elektrizität belegt hatte, vorzüglich von der Beſchaffenheit der Oberfläche herrührte. Eine Glasröhre, zum Beyſpiele, deren glatte Oberfläche man zerſtöhrt hatte, gab eben ſo gut Spuren von negativer Elektrizität, als Schwefel oder Siegellack von ſich, und nahm Funken aus dem ihr nahe gehaltenen Knöchel eines Fingers, anſtatt daß ſie ſonſt Feuer aus ſich an den Knöchel abgegeben hatte. Wenn die Röhre hingegen fettig gemacht und mit einem mit einer rauhen Oberfläche verſehenen Reibezeuge gerieben wurde, ſo wurde die poſitive Elektrizität der Röhre wieder hergeſtellt, und das Gegentheil erfolgte, wenn der Reiber durch das Reiben glatt wurde.

Bey dieſer Periode wird es nicht undienlich ſeyn, meinen kurzen Abriß der Entdeckungen in der Lehre von der Elektrizität zu beſchließen. Denn da dieſe Erzählung in

in gegenwärtigem Werke keine andre Abſicht hat, als dieſe, dem Leſer einen leichtern Begriff von dieſer Lehre beyzubringen, ſo würde es ganz unnütz ſeyn, wenn man ihn mit allen Kleinigkeiten zuvor bekannt machen wollte, ehe ihm die allgemeinen Grundſätze dieſes Theils der Naturlehre beygebracht worden ſind.

Zweytes Kapitel.

Allgemeine Grundſätze der Elektrizität.

Aehnlichkeit zwiſchen dem Caloric oder Feuer und der elektriſchen Materie. — Die Beweiſe der Gegenparthey. — Vermuthungen, die Natur der elektriſchen Materie betreffend. — Mittel, die elektriſchen Erſcheinungen hervorzubringen. — Leiter und Nichtleiter. — In der Elektrizität angewendete Inſtrumente.

Aus dem kurzen Abriſſe, welcher von den Entdeckungen in Anſehung dieſer auſſerordentlichen Flüſſigkeit in dem vorher gehenden Kapitel gegeben worden iſt, wird man nun auf den Schluß geleitet worden ſeyn, daß die Elektrizität die Wirkung eines Körpers ſey, welcher in den Stand geſetzt worden iſt, leichte in einer gewiſſen Entfernung davon befindliche Körperchen anzuziehen und zurückzuſtoſſen; der Haut eine ſchwache Empfindung, die gewiſſermaſſen mit derjenigen einige Aehnlichkeit hat, welche uns ein in der Luft ſchwebendes Spinngewebe verurſacht, beyzubringen; einen dem Kunkelſchen Phoſphorus ähnlichen Geruch zu verbreiten; bey Annäherung gewiſſer Subſtanzen Licht-

pinſel von der Oberfläche elektriſirter Körper mit einem ziſchenden Geräuſche auszuſtoſſen; und endlich daß der in einen ſolchen Zuſtand verſetzte Körper fähig iſt, andern eine gewiſſe Zeit hindurch die Kraft, eben dieſe Wirkungen hervorzubringen, mitzutheilen.

Die elektriſche Kraft iſt gewiß und unſtreitig die Wirkung einer entweder in, oder um dem elektriſirten Körper herum in Bewegung geſetzten Materie, weil unſer Gefühl, wenn wir entweder unſre Hand oder unſer Geſicht einer excitirten Glasröhre, oder einem abgeſonderten und elektriſirten Leiter nahe bringen, merkliche Ausflüſſe wahrnehmen wird, und wenn wir uns noch mehr nähern, ſo werden wir dieſe Empfindung noch deutlicher haben und ein ſchwaches Geräuſch hören: im Dunkeln werden wir lebhafte Lichtfunken beſonders aus ſcharfen Ecken hervorbrechen ſehen: es ſtröhmen Lichtpinſel, oder kleine Blitze von divergirender Flamme aus. Es iſt daher gewiß, daß eine feine, in Bewegung geſetzte Materie die einzige Urſache von dieſen Eindrücken auf unſre Sinnwerkzeuge iſt, und wir können ſchließen, daß jeder elektriſirte Körper mit einer ſich in Bewegung befindenden Materie umgeben iſt, welche unſtreitig die unmittelbare Urſache von allen elektriſchen Erſcheinungen ausmacht und von uns die elektriſche Materie genennt zu werden pflegt.

So weit und nicht weiter ſind wir berechtigt zu glauben, daß der einzige Beweis, welcher in der Naturlehre zugelaſſen werden kann, der von Verſuchen, Thatſachen und Beobachtungen hergenommene ſey. Der Menſch beſitzt indeſſen eine Neugier, welche ihn über die Wirkungen hinauszuſehen anreitzt, und eine Neigung, ſelbſt über die ſchwerſten Gegenſtände Theorien auszuſinnen. Wir wollen dieſes jedoch mit Mißtrauen und Vorſicht thun. Was iſt alſo die elektriſche Materie? oder woher entſteht ſie? Sie kommt augenſcheinlich nicht von dem elektriſirten Körper her: denn dieſer erleidet keine merkliche Verminderung.

Sie hångt auch wegen folgender drey Grůnde nicht von einer der atmoſphåriſchen Luft eigenthůmlichen Eigenſchaft ab, weil erſtlich die elektriſchen Erſcheinungen in einem Raum hervorgebracht werden kønnen, aus dem die Luft auf das ſorgfåltigſte heraus gezogen iſt. Zweytens weil die elektriſche Materie Eigenſchaften beſitzt, die der atmoſphåriſchen Luft nicht zukommen; zum Beyſpiel ſie durchdringt Kørper, welche der Luft undurchdringlich ſind, als Metalle; ſie beſitzt einen merklichen Geruch; ſie erſcheint ſelbſt entzůndet; ſie kann andre Kørper entzůnden, und Metalle ſchmelzen: Eigenſchaften, welche die atmoſphåriſche Luft nicht beſitzt. Drittens ſind die Bewegungen der elektriſchen Materie weit geſchwinder, als die des Schalls, welcher die ſchnellſte Luftbewegung iſt, womit wir bekannt ſind.

Es iſt allgemein angenommen, daß die elektriſche Materie eine große Aehnlichkeit mit der Materie des Feuers und Lichtes hat. Es hat in der That das Anſehen, als ob die Natur, welche ſo haushålteriſch mit der Hervorbringung von Grundſtoffen umgeht, wåhrend ſie ſo freygebig ihre Eigenſchaften vervielfåltiget, in keinem Falle fůr eine einzige Wirkung zwey Urſachen beſtimmt habe. Wir wollen dieſe Bemerkung auf die elektriſche Materie anwenden, und je mehr wir die Eigenſchaft derſelben und des Feuers und Lichts unterſuchen, um deſto mehr werden wir dieſe Aehnlichkeit zwiſchen beyden Materien entdecken, und deſto wahrſcheinlicher wird es uns werden, daß Feuer, Licht und Elektrizitåt von der nehmlichen Grundurſache abhången, und daß ſie blos drey verſchiedene Wirkungen von der nehmlichen Materie ſind.

Erſtlich unter allen Mitteln, welche zur Erregung von Hitze nøthig ſind, giebt es kein wirkſamererS, als das, welches auch am meiſten zur Hervorbringung von Elektrizitåt erfordert wird, nehmlich das Reiben. Zweytens, ſo wie ſich das Feuer oder Caloric mit gróßerer Leichtig-

keit in Metallen und feuchten Körpern, als in irgend einer andern Art derſelben, ausdehnt, ſo ſind auch Metalle und Waſſer auf die nehmliche Art Leiter für die Elektrizität, wie ſie es von dem Feuer ſind, und im Allgemeinen hat man die nehmlichen Leiter gleich gut für beyde Materien gefunden. Drittens iſt das Feuer oder Caloric die elaſtiſchſte aller Materien und von den mehreſten Naturforſchern als die vornehmſte Urſache der Zurückſtoßung, welche zwiſchen den Theilchen der Körper Statt findet, und von welcher ſchon bey Erklärung der Urſache der Flüßigkeit der ſtärkſte Beweis gegeben worden iſt, angeſehen worden. Von einer gleichen Urſache kann die elektriſche Zurückſtoßung hergeleitet werden. Viertens wird der Puls und die thieriſche Ausdünſtung durch die Elektrizität eben ſo gut, als durch die wirkliche Anwendung der Hitze, verſtärkt und das Wachsthum der Pflanzen befördert *). Fünftens wird ein wirkliches Brennen durch die Elektrizität hervorgebracht. So iſt es ein gewöhnlicher Verſuch, Weingeiſt durch den elektriſchen Funken anzuzünden, entzündliche Luft auf die nehmliche Art in der elektriſchen Piſtole in Flamme zu ſetzen: und ſelbſt Schiespulver kann durch einen Funken aus einem großen Leiter zum Verpuffen gebracht werden. Sechstens werden Metalle und ſehr entzündliche Subſtanzen durch die elektriſche Materie auf die gleiche Weiſe, nur in einem ſchwächern Grade afficirt **). Siebentens hat das von dem elektriſchen

*) Man ſ. Benj. Thomſon's Verſuche in den Philoſoph. Transact. Vol. LXXVI.

**) Kinnersley ließ die Ladung einer beträchtlichen Batterie durch einen ſehr feinen Eiſendraht gehen, welcher davon erſtlich rothglühend wurde, und dann tropfenweiſe herabfiel, ſich in den Tiſch und die Stubendielen einbrannte und eine Kugelform, wie kleine Schrotkörner, annahm. Ein künſtlicher Blitz aus einer Batterie von fünf und dreyſig Flaſchen zerſtöhrt ein Stück Kupferdraht von einem Dreyhundert und dreyſigtheil eines Zolls gänzlich. Auch können Metalle durch eine

Apparat ausſtröhmende Licht alle Eigenſchaften von dem, welches die Sonne verbreitet Die Zuſammenſetzung iſt blos in einigen Rückſichten nach den Umſtänden und je nachdem gewiſſe Strahlen hervorſtechend ſind, verſchieden, und das Licht ſpielt folglich, nach ſeiner Dichte, ins Blaue, Rothe, Weiße u. ſ. w. Achtens iſt die Bewegung des Lichts auſſerordentlich ſchnell, es mag nun zurückgeworfen oder gebrochen werden. Auf die nehmliche Weiſe hat man gefunden, daß ſich die elektriſche Materie mit der größten Geſchwindigkeit bewegt: denn Verſuche haben gelehrt, daß eine zwölfhundert Schuh lange Schnur ſogleich in ihrer ganzen Länge elektriſch geworden iſt *). Der Abbe Nollet hat den elektriſchen Stoß zweyhundert Perſonen in dem nehmlichen Augenblicke mitgetheilt.

Ohngeachtet dieſer Betrachtungen muß man geſtehen, daß es einige Thatſachen giebt, welche anzuzeigen ſcheinen, daß die elektriſche Flüßigkeit nicht die reine und einfache, mit keiner andern Subſtanz vermiſchte Feuer- oder Lichtmaterie ſey. Denn erſtlich haben wir beobachtet, daß die elektriſche Materie auf die Geruchsorgane wirke, welches weder das Licht, nach die Wärme thut.

Zweytens iſt es auch hinlänglich bekannt, daß eine Anhäufung von Feuer oder Hitze die Flüſſigkeit aller Körper vermehre und das Gefrieren der flüſſigen verhüte, während gefrorne Flüſſigkeiten ſehr ſtark mit Elektrizität geladen werden können, und das Elektriſiren nicht die geringſte Wirkung auf die Vermehrung ihrer Flüſſigkeit zu haben ſcheint.

elektriſche Erſchütterung wieder hergeſtellt werden, und Beccaria ſchmolz Borax und Glas dadurch. S. *Prieſtley's hiſtory of electricity* VI. p. 341—343. Bärlappſaamen und Knallgold ſind ebenfalls durch die Elektrizität entzündet worden. Ebendaſ. p. 343.

*) Man ſ. Mémoire de l'acad. des ſciences 1733. p. 247.

Drittens breitet ſich die Hitze in jeder Richtung aus, während die elektriſche Flüſſigkeit durch gewiſſe Körper in ihrem Laufe aufgehalten werden kann, die deswegen den Namen: Nichtleiter erhalten haben. Die Toricelliſche Leere verſchafft im Gegentheile der elektriſchen Materie einen leichten Durchgang, iſt aber ein ſchlechter Leiter der Hitze *).

Viertens, wenn die Feuermaterie Körper durchdringt, ſo erwärmt und dehnt ſie ſie aus. Dieſe Wirkungen bringt die elektriſche Materie nicht hervor. Denn man mag Körper noch ſo lange elektriſiren, ſo werden ſie, weder dem Gefühl nach, heißer, noch in ihren Dimenſionen größer.

Fünftens iſt die beſondre Eigenſchaft der elektriſchen Materie, in gewiſſen Leitern, ohne ſich andern, ſogar mit ihnen in Verbindung gebrachten Körpern mitzutheilen, feſt hängen zu bleiben, dem Caloric oder Elementarfeuer nicht zuſtehend. So haben wir geſehen, daß entzündliche Geiſter mittelſt eines aus einem durch die Themſe geleiteten Draht gezogenen Funkens angezündet, und große Stücken von Eiſendrath, welche im Waſſer lagen, mittelſt einer elektriſchen Exploſion geſchmolzen worden ſind **).

Sechstens müſſen wir uns auch in Rückſicht auf die Identität des Lichts und der Elektrizität erinnern, daß das Licht mit der größten Leichtigkeit durch Glas geht, während daß dieſe Subſtanz von der elektriſchen Materie nur unter gewißen Umſtänden und mit der größten Schwierigkeit durchdrungen wird. Wenn man daher annimmt, daß die Baſis der elektriſchen Materie die nehmliche mit der Wärme- oder Lichtmaterie iſt, ſo muß man auch zugeben, daß mit dieſer Baſis auch eine andre Materie verbunden iſt, deren Natur uns noch unbekannt iſt. Und wahr-

*) Man ſ. Thomſons oben angeführte Verſuche.

**) Ebendaſelbſt.

ſcheinlich iſt dieſe Verbindung mit einer fremden Materie die Urſache, warum die elektriſche Materie in gewöhnlichen Fällen nicht durch Glas dringt.

Jedoch wollen wir uns ſorgfältig erinnern, daß alles Beygebrachte bloße Vermuthung und Speculation iſt, und daß wir gegenwärtig nichts Gewiſſes von der elektriſchen Flüſſigkeit wißen, ſondern nur blos einige ihrer Wirkungen kennen.

Elektriſche Erſcheinungen laſſen ſich durch Reiben und durch Mittheilung hervorbringen. Uberhaupt werden die Körper, welche ſich am beſten durch Reiben elektriſiren laſſen, am ſchlechteſten durch Mittheilung elektriſch, Glas in gewiſſen Umſtänden ausgenommen; im Gegentheil laſſen ſich diejenigen Subſtanzen, deren Elektrizität am beſten durch Mittheilung hervor gebracht wird, am ſchlechteſten durch Reiben elektriſiren. Ich werde mit ſolchen Verſuchen den Anfang machen, welche die vornehmſten techniſchen Ausdrücke, von denen man in dieſer Wiſſenſchaft Gebrauch macht, veranlaßt haben.

Wenn eine trockne Glasröhre mit einem Stück trockner Seide gerieben wird und ihr leichte Körper, als Federn, Kugeln von Hollundermarck u. ſ. w. nahe gebracht werden, ſo werden ſie zuerſt angezogen und dann zurück geſtoßen. Der beſte Reiber für eine glatte Glasröhre iſt ein Stück ſchwarzer oder geölter Seide auf welche man ein wenig Amalgama geſtrichen hat; Siegellack, welches mit neuem und weichem Flanell gerieben wird, bringt die nämliche Wirkung hervor. Durch dieſes Reiben wird eine Kraft in Bewegung, geſetzt, und dieſe Kraft heißt die elektriſche Materie. Man ſetzt voraus, daß eine gewiſſe Menge dieſer Flüßigkeit in allen Körpern gebunden (latent) vorhanden ſey und in dieſem Zuſtande keinen Eindruck auf unſere Sinnwerckzeuge mache: allein wenn dieſes Gleichgewicht durch die Kräfte der Natur oder Kunſt aufgehoben und die Wirkung dieſer Flüſſigkeit unſern Sin-

nen merkbar gemacht worden iſt, ſo entſtehen alsdann jene Wirkungen, welche wir elektriſche nennen, und der Körper ſelbſt heißt alsdann elektriſirt.

Wenn ein gleichartiger Körper der excitirten Glasröhre ſo nahe gebracht wird, daß er die Elektrizität aus ihr aufnehmen kann, und dieſe Elektrizität in oder nahe um den nahe gebrachten Theil angehäuft bleibt, ohne ſich dem übrigen Theile dieſes Körper mitzutheilen, ſo heißt ein ſolcher Körper elektriſch oder ein Nichtleiter. Allein wenn die Elektrizität im Gegentheile ſich ſogleich jedem Theile eines Körpers mittheilt, ſo nennt man ihn einen nicht elektriſchen oder Leiter. Ein Körper heißt iſolirt oder abgeſondert wenn er blos mit elektriſchen Körpern in Verbindung ſteht.

Ein Leiter kann weder durch unmittelbare Berührung, noch durch die Dazwiſchenkunft andrer Leiter elektriſirt werden, ſo lange er mit der Erde verbunden iſt. Denn die Elektrizität wird ſogleich in die Erde übergeführt.

Es findet eine wechſelſeitige Anziehung zwiſchen einem im Zuſtande der Elektrizität befindlichen Körper und allen nicht-elektriſchen Subſtanzen Statt, welche ſich, wenn ſie nicht groß und ſchwer ſind, ſchnell dem elektriſchen Körper durch die Luft hindurch nähern, und an ihm ſo lange hängen bleiben, bis ſie durch Mittheilung in den nemlichen Zuſtand von Elektrizität verſetzt worden ſind, wo ſie dann zurückgeſtoßen werden. Wenn ein unabgeſonderter Leiter bey der Hand iſt, ſo wird derſelbe die kleinen, elektriſirten Körper anziehen, und ihrer Elektrizität berauben: alsdenn werden ſie von neuem durch den erſtern elektriſirten Körper angezogen und, wie zuvor, zurück geſtoßen werden. Dieſes wechſelsweiſe Hin- und Hergehen zwiſchen den zwey Körpern, dem elektriſirten und dem unabgeſonderten Leiter dauret ſo lange fort, bis der elektriſche Zuſtand des erſtern gänzlich aufgehört hat.

Unter die vorzüglichſten Leiter der elektriſchen Flüßigkeit werden folgende Subſtanzen gerechnet.

Steine überhaupt,
Kalck, Marmor,
Vitriolöl,
Alaun,
Waſſerbley in einem Bleyſtift, (Black-lead in a pencil)
Schwefelkies von ſchwarzer Farbe (black-pyrites),
Steinkohle,
Alle Arten von Metallen und Erzen,
Die Flüſſigkeiten des thieriſchen Körpers,
Alle Flüſſigkeiten, Luft und Oel ausgenommen.

Elektriſche Körper, oder ſolche Subſtanzen, welche dieſe Flüſſigkeit ausſtröhmen, ſind folgende:

Bernſtein, Agat, Schwefel,
Glas und alle Edelſteine,
Alle harzigen Zuſammenſetzungen,
Alle troknen thieriſchen Subſtanzen, als Seide, Haar, Wolle, Papier u. ſ. w,

Achard in Berlin hat durch Verſuche bewieſen, daß gewiße Umſtände Körper, welche vorher Nichtleiter waren, in den Stand ſetzen, die Elektrizität fort leiten zu können. Vorzüglich gehören hieher die Hitzgrade, denen der Körper unterworfen wird. Dieſer Naturforſcher ſtimmt mit Eulern in der Meinung überein, daß der vorzüglichſte Unterſchied, welcher zwiſchen Leitern und Nichtleitern ſtatt findet, in der Größe der Poren beſtehe, welche die Elementartheilchen eines Körpers zwiſchen ſich laßen.

Es muß bemerkt werden, daß elektriſche und nicht-elektriſche Körper von der Natur auf keine Weiſe ſo kräftig bezeichnet worden ſind, um mit Genauigkeit beſtimmt werden zu können. Denn die nämliche Subſtanz iſt von ver-

ſchiedenen Schriftſtellern in verſchiedene Klaſſen geſetzt worden, weil die elektriſchen Eigenſchaften des nämlichen Körpers, je nachdem ſich die Umſtände in welchen er ſich befindet, verändern, verſchieden ſind. So iſt ein Stück grünes Holz ein Leiter, wenn man es gebacken hat, ſo wird es ein Nichtleiter: iſt es zu Kohle gebrannt, ſo leitet es wiederum die elektriſche Materie, allein wenn es in Aſche verwandelt worden iſt, ſo wird es für die elektriſche Flüſſigkeit undurchdringlich. Inzwiſchen kann vielleicht im Allgemeinen behauptet werden, daß jede Subſtanz in einem gewißen Grade ein Leiter für dieſe Materie iſt, ungeachtet die eine ſie mit größer Leichtigkeit, als andere, fortleitet.

Die in der Lehre von der Elektrizität gebräuchlichen Inſtrumente ſind von fünferley Art: erſtlich Glasröhren oder Zylinder von Siegellack; die andere beſteht aus einer einfachen Kurbel, oder einem die Bewegung vervielfältigenden (multiplying) Rade, womit man Kugeln, Zylinder und Scheiben von Glas, Schwefel oder Siegellack herum drehen kann; drittens metallene Leiter oder mit Feuchtigkeit geſchwängerte Subſtanzen; viertens elektriſche Flaſchen, welche gemeiniglich Leidner Flaſchen genennt werden. fünftens elektriſche Batterien.

Die erſte Elektriſiermaſchine, deren man ſich bediente, war eine Glasröhre, welche, nachdem ſie durch Reiben elektriſirt worden war, in einen ſolchen Zuſtande verſetzt wurde, in welchem ſie andern Körpern ihre Elektrizität mittheilen konnte. Das beſte Glas zu dieſer Abſicht iſt das feine engliſche Kryſtallglas. Die ſchicklichſten Dimenſionen für dergleichen Röhren ſind ohngefähr drey Fuß in die Länge, zwölf bis funfzehn Linien im Durchmeſſer, und gerade eine Linie in der Dicke. Es iſt von geringer Bedeutung, ob die Röhre an beyden Enden offen oder verſchloſſen ſey: indeſſen iſt es nothwendig, daß die Luft in der Röhre in dem nämlichen Zuſtande mit der äuſſern ſey. Aus dieſem Grunde wird die Röhre wenigſtens an einem Ende of-

ſen ſeyn: iedoch muß man ſich in Acht nehmen, daß ſich kein Schmutz an der innern Seite anlege, weil derſelbe die Wirkung der Röhre beträchtlich vermindern würde. Wofern, dieſer Vorſicht ungeachtet, die Röhre entw der ſchmutzig oder feucht geworden ſeyn ſollte, ſo füllet man twas trocknen und feinen Sand in dieſelbe, und wiſcht ſie mit feiner trockner Baumwolle aus.

Wenn man eine Röhre elektriſiren will, ſo iſt bloß nothwendig, das eine Ende derſelben in die eine Hand zu nehmen und die Röhre mit der andern Hand ſo lange zu reiben, bis ſie Kennzeichen, daß ſie hinlänglich mit Elektrizität geladen ſey, von ſich giebt. Dieſes Reiben kann mit der bloßen Hand, wenn ſie trocken und rein iſt, vorgenommen werden; ſonſt kann man ſich auch hierzu eines Stücks braunen Papiers oder Wachstaffets bedienen. Wenn die Röhre auf dieſe Weiſe gerieben und die ſie umgebende Luft trocken iſt, ſo werden leichte, ihr nahe gebrachte Subſtanzen zuerſt von ihr angezogen, und unmittelbar nachher zurück geſtoßen werden.

Die elektriſche Materie kann auf eine vollkommen ähnliche Weiſe excitirt werden, wenn man ein Stück Schwefel oder Siegellack reibt.

Da dieſe Röhren aber klein ſind, ſo iſt die auf dieſe Art erregte Elektrizität nur ſchwach in ihren Wirkungen. Ich habe ſchon erzählt, daß man eine Methode erſonnen habe, um eine Glaskugel um ihre Axe mittelſt einer Maſchine mit einer Kurbel oder eines die Bewegung vervielfältigenden Rades herum zu drehen. Dieſe Methode erlaubte eine größere Oberfläche zu reiben, und die Reibung wurde mit größerer Leichtigkeit mittelſt eines hart an die umlaufende Kugel gedruckten Reibers verrichtet.

Um eine zu Anſtellung der elektriſchen Verſuche hinlänglich große Maſchine zu bauen, rathet Briſſon, den Durchmeſſer des Rades RO (ſiehe Tafel XVI. Fig. 1.)

wenigens vier Fuß groß zu machen, und es in ein feſtes und ſtarkes Geſtelle HICD u. ſ. w. zu ſtellen. Er lehrt ferner, daß das Rad mit zwey Kurbeln Mm verſehen ſeyn müſſe, damit man in gewißen Fällen zwey Leute zugleich gebrauchen könne, um der Kugel zur Verſtärkung der Wirkungen eine hinlängliche Reibung zu verſchaffen. Die Kugel S muß zwiſchen zwey ſchmalen Pfoſten N laufen, die eine ſolche Einrichtung bekommen müſſen, daß ſie dem Rade genähert oder von ihm entfernt werden können, damit die Schnur ſowohl bey ihrer Ausdehnung, als bey ihrer Zuſammenziehung eine bequeme Bewegung bekommen könne. Ferner iſt nöthig, daß einer dieſer ſenkrecht ſtehenden Pfoſten beweglich ſey, um dem andern entweder näher gebracht oder von ihm entfernt werden zu können, damit Kugeln von verſchiedenen Durchmeſſern in dieſe Maſchine eingeſpannt werden können. Die Schnur des Rades RO muß um die Rolle oder den Wirtel P der Kugel S herum geſchlungen werden.

Wenn dieſe Maſchine zu elektriſchen Verſuchen gebraucht wird, ſo muß die Kugel nach der Ordnung der Zahlen 1. 2. 3. herum gedreht und ihr Aequator mit einem mit Pferdehaaren ausgeſtopften Küßen gerieben werden. Auch kann dieſes mit den Händen geſchehen, wenn ſie trocken und rein ſind. Eine Stange von Eiſen (AB in der zweyten Figur), welche mit ſeidenen Schnüren ſſ iſolirt worden iſt, wird über die Kugel S aufgehenkt und dient der elektriſchen Flüßigkeit zum Leiter. Man ſ. Briſſon traité élémentaire de phyſique To. III p. 305.

Eine Elektriſirmaſchine von einem einfachern Bau iſt in England erfunden und auf der ſiebzehenten Kupfertafel Fig. 1. vorgeſtellet worden. Bey dieſem Inſtrumente wird eine kreisförmige Glasplatte an ſtatt der Kugel angewendet. Dieſe Platte Pp iſt in ihrem Mittelpunkte durchbohrt, und an eine Axe aa von Kupfer oder hartem Holze geſteckt, woran die Kurbel ab befeſtiget wird. Die Axe

wird von zwey ſenkrecht ſtehenden Säulen von Holz getragen, an welchen vier Kißen ii nach der vorher beſchriebenen Einrichtung angebracht ſind, die durch ihr Reiben die Glasſcheibe elektriſch machen.

Von der Glasplatte wird ein metallener Leiter FCD horizontal geſtellt. Er hat zwey Aerme oder Bogen AB, ebenfalls von Metall, wovon ſich jeder in eine kleine Kugel oder in einen Knopf endigt, der in eine ſchickliche Entfernung von der Glasplatte gebracht werden kann, um die elektriſche Flüſſigkeit aufzunehmen. Der Leiter ſelbſt wird durch zwey gläſerne Säulen FG abgeſondert.

Die Vortheile dieſer Maſchine ſind: ſie kann tragbar gemacht werden, und es kann ſie ſich Jeder, welcher ſich eine Glasſcheibe von einer hinlänglichen Dicke aus einer Glashütte verſchafft hat, zu ſeinem eigenen Gebrauche mit Hülfe eines gewöhnlichen Inſtrumentenmachers verfertigen: der erſte Leiter kann auch mittelſt Pechs, Wachs, Seide oder andrer elektriſcher oder nicht-leitender Subſtanzen abgeſondert werden.

Dieſe Maſchine iſt indeſſen, in Vergleichung mit denen, welche Kugeln oder Zylinder haben, ſchwach in ihren Wirkungen. Die wirkſamſte und dabey doch einfachſte, welche ich geſehen habe, iſt die, welche von meinem ſchäzbaren Freunde, Adams, in ſeiner Abhandlung von der Elektrizität beſchrieben worden iſt.

Die erſte und zweyte Figur der achtzehenten Kupfertafel ſtellt zwey Elektriſirmaſchinen von der beliebteſten Einrichtung vor. Der einzige Unterſchied zwiſchen ihnen liegt in dem Mechaniſmus, wodurch der Zylinder in Bewegung geſetzt wird.

Der Zylinder der Maſchine (Fig. 2.) wird durch zwey Räder ab, cd um ſeine Axe herum gedreht, wovon das größere auf das kleinere mittelſt einer Darmſeite wirkt, die man zum Theil bey e und f ſieht.

Der Zylinder der erſten Maſchine (Fig. 1.) wird durch eine einfache Kurbel in Bewegung geſetzt, und der Mechaniſmus iſt folglich einfacher, als der des die Bewegung vervielfältigenden Rades (Fig. 2.) Da indeſſen beyde Maſchinen einander ſo ähnlich ſind, ſo ſind bey der Beſchreibung beyder die nämlichen bezeichnenden Buchſtaben angewendet worden. ABC ſtellt das Bodenbrett der Maſchine, D und E zwey ſenkrechte Säulen vor, welche den Glaszylinder FGHI tragen. Die Axe der Kappe K geht durch die Säule D hindurch, und hat an ihrem Ende entweder eine einfache Kurbel, wie bey der erſten Figur, oder eine Rolle (einen Wirtel), wie in der zweyten *). Die Axe der andern Kappe lauft in einem kleinen Loche, welches ſich an dem oberſten Theil des Trägers E befindet.

OP iſt der Glaspfeiler, welcher das Kißen trägt. T iſt eine kupferne Schraube an dem Fuße dieſes Pfeilers, wodurch der Druck des Kißens gegen den Zylinder regulirt wird. Dieſe Stellſchraube iſt von beſonderm Nutzen: dann durch ſie kann der Elektriker den Druck des Kißens allmählig mäſigen oder erhöhen, und zwar auf eine weit genauere Weiſe, als es möglich iſt, wenn die iſolirende Säule auf einem in einer Nuht laufenden Brete befeſtigt iſt.

An den oberſten Ende der Säule OP iſt ein Leiter angebracht, welcher mit dem Kißen in Verbindung ſteht und der negative Leiter genannt wird. In beyden Figuren hat man die Sache ſo vorgeſtellt, als wenn er genau an dem Kißen anläge und einer parallele Richtung mit dem Glaszylinder hätte. In der erſten Figur iſt er vorwärts

*) Adams bemerkt in ſeinen Lectures on natural philoſophy Vol. IV. p. 311. daß die mittelſt einer einfachen Kurbel in in Bewegung geſetzten Maſchinen weniger in Unordnung gerathen, als die, welche mittelſt eines Rades bewegt werden und einer ſchnellern Bewegung fähig ſind.

gebracht oder näher nach der Kurbel zu geſtellt worden, damit er beßer zum Beyſpiel RS, ins Geſicht falle: in der zweyten Figur iſt blos das Ende KS ſichtbar.

YZ in der erſtern und zweyten Figur ſtellt den poſitiven erſten Leiter, oder den, welcher die elektriſche Flüſſigkeit unmittelbar aus dem Zylinder aufnimmt, vor. LM iſt die Glasſäule, welche ihn trägt und abſondert; VX iſt ein hölzerner Fuß, oder die Baſis für die Glasſäule. In der erſten Figur ſteht dieſer Leiter parallel mit dem Glaszylinder; in der zweyten macht er aber mit dieſem einen rechten Winckel. Man kann eine dieſer beyden Stellungen wählen, je nachdem die eine oder die andere dem Elektriker bequem iſt.

In Beziehung auf einige Umſtände, wodurch eine große Menge elektriſche Flüſſigkeit erregt werden kann, ſcheint es nothwendig zu ſeyn, voraus zu erinnern, daß es das Anſehen habe, als ob da, wo das Kiſſen in genauer Berührung mit dem Zylinder iſt, der Widerſtand der Luft verringert, oder ein leerer Raum hervorgebracht worden ſey, und als ob die elektriſche Materie, nach den Geſetzen aller elaſtiſchen Flüſſigkeiten, nach derjenigen Stelle, wo ſie den geringſten Widerſtand findet, hingedrückt würde. Die Wirkung, welche von der Zerſtöhrung der Anziehung oder des Zuſammenhangs zwiſchen dem Kißen und dem Zylinder herrührt, iſt ein fernerer Beweiß von der Wahrheit dieſer Hypotheſe. Je vollkommener die Continuität gemacht wird, und je leichter die Zerſtöhrung derſelben iſt, um deſto größer iſt die Menge elektriſcher Materie, welche aus dem Kiſſen hervor kommen wird.

Wir müſſen daher, um eine Elektriſirmaſchine auf eine wirkſame Art zu excitiren, vor allen Dingen diejenigen Theile des Kiſſens ausfindig machen, welche von dem Glaszylinder gedrückt werden. Denn nur auf dieſe Theile allein darf das Amalgam geſtrichen werden. Die Berührungslinie zwiſchen dem Zylinder und dem Kiſſen muß ſo

vollkommen, als möglich, gemacht, und das geſammelte Feuer von dem Entweichen geſichert werden. Die Breite des Kiſſens darf nicht groß, und ſeine Lage muß auf eine ſolche Weiſe beſchaffen ſeyn, daß es leicht erhöht oder erniedriget werden kann.

Um die Berührungslinie zwiſchen dem Zylinder und dem Kiſſen zu finden; ziehe man eine Linie von Kreide, welche in Weingeiſt aufgelöst worden iſt, auf dem Zylinder. Wenn man nun den Zylinder um ſeine Axe herum dreht, ſo wird die Kreide auf dem Kiſſen abgerieben, und bezeichnet diejenigen Theile deſſelben, welche von dem Zylinder gedruckt oder gerieben werden. Das Amalgam muß blos auf dieſe Theile geſtrichen werden, welche auf dieſe Art von der Kreide bezeichnet worden ſind.

Wenn die Elektrizität des Zylinders an Stärcke abnimmt, ſo kann ſie leicht erneuert werden, wenn man den ſeidnen Streif, welcher über ihn hin liegt, davon weg nimmt, und alsdenn den Zylinder mit dem amalganirten Leder durchreibt, oder wenn man den Druck der Stellſchraube verändert.

Man hat bemerkt, daß eine kleine Menge Unſchlitt, auf das Amalgam gelegt, die Stärke der Elektrizität des Zylinders vermehre. Den nehmlichen Endzweck erreicht man, wenn man den Zylinder mit einem groben Zeuge, das ein wenig mit Fett beſtrichen worden iſt, durchreibt und nachher mit einem reinen Tuche abwiſcht.

Da die Luft nicht allein der Entwickelung der elektriſchen Flüßigkeit widerſteht, ſondern auch die ſchon entwickelte, und geſammelte Materie, wegen der vielen leitenden, in ihr ſchwebenden Subſtanzen, zerſtreuet, ſo muß man ein Stück ſchwarzen, oder geölten Taffet von der Berührungslinie bis zu den einſaugenden Spitzen des erſten Leiters anbringen; dieſe Spitzen müſſen ſich aber in der Atmoſphäre des Zylinders befinden.

Bis-

Bisweilen hängt das Stück ſeidnes Zeug ſo feſt an dem Zylinder an, wenn man ſich des Zinkamalgams bedient hat, daß man denſelben nur mit vieler Mühe umdrehen kann. Man kann dieſem Umſtande dadurch begegnen, daß man etwas Muſivgold, oder Kreide auf den Taffet reibt, wenn derſelbe rein abgewiſcht worden iſt.

Folgende Anweiſungen des Herrn Adams in Abſicht auf die Erregung der Maſchine werden dem Elektriker erſprieslich ſeyn:

„Um die Wirkſamkeit der Maſchine zu erregen, reinige man den Zylinder und wiſche den ſeidnen Zeug ab".

„Man mache den Zylinder fettig, indem man ihn ſo lange an einem mit Fett beſtrichenen Leder reibt, bis er eine gleichförmige Undurchſichtigkeit erlangt hat. Man kann ſich des Talges von einem Lichte hierzu bedienen".

„Man drehe den Zylinder ſo lange herum, bis der ſeidne Lappen ſo viel Fett abgewiſcht hat, daß er dadurch halb durchſichtig geworden iſt."

„Man lege etwas Amalgama auf ein Stück Leder, und breite es gleichförmig darauf aus: wenn man dieſes Leder an den in Bewegung geſetzten Zylinder hält, ſo wird man finden, daß die Reibung unmittelbar darauf zunimmt. Man darf das Leder nicht eher vom Zylinder entfernen, bis man die Reibung nicht mehr zunehmen fühlt."

„Hierauf nehme man das Leder vom Zylinder weg und die Wirkſamkeit der Maſchine wird ſehr ſtark ſeyn."

„Der Druck des Kiſſens kann nicht zu ſchwach ſeyn, wenn die Erregung des Zylinders im eigentlichen Verſtande erfolgt iſt."

„Das Amalgam iſt das von Higgins erfundene, und beſteht aus Zink und Queckſilber. Wenn ein wenig Queckſilber zu dem geſchmolzenen Zink geſchüttet wird, ſo wird der Zink dadurch leicht zu pülvern. Um ein ſehr fei-

nes Amalgam zu bewerkſtelligen, kann man etwas mehr Queckſilber hinzu thun. Dieſe Miſchung iſt geſchickt, in der Ruhe eine Kryſtallform anzunehmen. Man verhütet dieſes gewiſſermaſſen, wenn man das gepülverte Amalgam mit etwas Fett zuſammen reibt. Es iſt allezeit nützlich, wenn man das Amalgam vor ſeinem Gebrauche reibt."

Jetzt ſind zwey Arten von Amalgam im Gebrauche. Die eine wird aus fünf Theilen Queckſilber und einem Theile Zink zubereitet, welche zuſammen mit einer geringen Menge Wachs geſchmolzen werden: die andre iſt das Muſivgold. Ehe eins von dieſen Amalgamen feſt an der Seide anhängt, muß ſie fettig gemacht, das überflüßige Fett weggewiſcht, und alsdann das Amalgam aufgetragen werden.

Es wird ſchicklich ſeyn, ehe ich dieſe Materie beſchließe, noch eine Eigenſchaft der elektriſchen Flüßigkeit anzumerken, und dieſe iſt, daß ſie ſtärker von Spitzen, als von Kugeln, oder irgend einer ſtumpfen oder abgerundeten Oberfläche angezogen wird. Man kann dieſes durch mannigfaltige und leichte Verſuche beweiſen: eine metallene Kugel kann einem Leiter, welcher mit Elektrizität gleichſam geladen iſt, in einer gegebenen Entfernung nahe gebracht werden, (ohne ihn ſeiner Elektrizität zu berauben,) während eine Spitze in einer größern Weite ihm ſeine ganze elektriſche Ladung entzieht. In dem einen Falle, nehmlich bey der Spitze, geht auch die Elektrizität unmerklich und ohne Geräuſch aus dem Leiter: in dem andern hingegen erfolgt die Entweichung der elektriſchen Materie ſowohl mit einem Blitze, als mit einem Knalle.

Es wird in Rückſicht auf die verſchiedenen von den Elektrikern gebrauchten Methoden, die elektriſche Flüßigkeit anzuhäufen, nothwendig ſeyn, in einem beſondern Kapitel davon zu handeln. Aber zuvor müſſen einige Beſonderheiten in Abſicht auf das, was wir poſitive und negative Elektrizität nennen, feſtgeſetzt werden.

Drittes Kapitel.

Von der Glas- und Harzelektrizität, oder der poſitiven und negativen.

Unterſchied in den anziehenden Kräften gewiſſer elektriſcher Körper. — Dieſe Wirkungen hängen nicht von der Natur der Subſtanz, ſondern von der Rauhheit und Glattheit der Oberfläche ab. — Theorie von zwey elektriſchen Flüßigkeiten. — Franklin's Theorie. — Schwierigkeiten in Anſehung dieſer Theorie. —

Wir haben geſehen, daß man in einem ſehr frühen Zeitraume der Elektrologie in Anſehung der anziehenden und zurückſtoßenden Kräfte gewiſſer elektriſcher Subſtanzen einen Unterſchied bemerkt hat. Wenn man nehmlich mit dem nehmlichen Körper, zum Beyſpiel, entweder mit einer excitirten Glasröhre, oder einer Siegellackſtange zwey Korkkugeln in einem iſolirten Zuſtande, das heißt, welche an ſeidnen, ungefehr ſechs Zoll langen Fäden, aufgehangen ſind, elektriſirt, ſo gehen beyde Kugeln von einander und ſtoßen ſich unter einander ab; allein wenn die eine Kugel mittelſt geriebenen Glaſes, die andre mittelſt Siegellacks elektriſirt worden iſt, ſo ziehen ſie ſich gegenſeitig an. Dieſer Umſtand veranlaßte die Meinung, daß zwey verſchiedene Arten von Elektrizität vorhanden wären, wovon die eine die gläſerne, oder die durch Glas und glasartige Körper hervorgebracht; die andre, die durch Siegellack, harzige Körper und Schwefel erregt werden konnte, die harzige Elektrizität genennt wurde.

Nachherige Verſuche zeigten, daß bey einer gewöhnlichen Elektriſirmaſchine das Reibezeug alle Erſcheinungen der Harzelektrizität, der Glaszylinder hingegen alle Erſcheinungen der gläſernen Elektrizität darboth, ſo lange das erſtere mit dem Erdboden in Verbindung blieb. Man bemerkte, daß das leichteſte Kennzeichen von der Glaselektrizität ein Kegel oder ein Pinſel auseinander fahrender Lichtſtrahlen, von der Harzelektrizität hingegen eine beſondre kugelförmige Maſſe von Licht wäre. Die dem excitirten Glaſe oder glasartigen Körper nahe gebrachte Hand oder jeder andre Körper ſchien alſo die elektriſche Materie von der elektriſirten Subſtanz zu bekommen: wenn aber ein harzartiger Körper elektriſirt und ihm die Hand oder irgend ein andrer Körper genähert wurde, ſo ſchien die elektriſche Flüßigkeit von dem letztern in den erſtern überzugehen.

Ungeachtet der Nahmen indeſſen, womit dieſe verſchiedenen Arten von Elektrizität bezeichnet und von einander unterſchieden wurden, hatte man endlich entdeckt, daß die verſchiedenen Erſcheinungen, welche die Glas- und die Harzelektrizität gewährten, mehr von der Oberfläche, als von der Natur und der Zuſammenſetzung des elektriſchen Körpers abhiengen. Denn wenn man die polirte Oberfläche einer Glasröhre durchs Reiben mit Schmirgel rauh machte und mit einem glatten Körper rieb, ſo gewährte ſie ſo gut, wie Schwefel und Siegellack, alle Erſcheinungen der harzartigen Elektrizität. Wurde ſie aber nachher mit Fett beſtrichen und mit einer rauhen Oberfläche gerieben, ſo erhielt ſie ihre erſte und urſprüngliche Eigenſchaft wieder. Es ſcheint daher ein elektriſches Geſetz zu ſeyn, daß der glätteſte von zwey, mit einander geriebenen Körpern die Erſcheinungen der Glaselektrizität hervorbringe. Denn Zylinder von gebackenem Holze wurden mittelſt eines glatten Reibers harzartig; allein mittelſt groben Flanells glasartig elektriſirt, und ſelbſt polirtes

Glas gab, wenn es mit dem glatten Katzenbalge gerieben wurde, alle Zeichen von Harzelektrizität von ſich.

Unter dieſer verwirrenden Menge von Verſuchen beſchäftigten ſich diejenigen Naturforſcher, welche ſich mit dieſem Theile der Wiſſenſchaft abgaben, mit Erfindung von Theorien für dieſe Erſcheinungen, und die Elektriker theilten ſich in Anſehung der Urſache, von welcher ſie jene Erſcheinungen ableiteten, in verſchiedene Partheien.

Die alte Theorie von einer gläſernen und einer Harzelektrizität, oder von zwey beſondern, poſitiven und thätigen Kräften, welche ſich einander gleich ſtark anziehen und verdichten, hat noch jetzt ihre Vertheidiger. Unter den geſchickteſten dieſer Parthei befand ſich mein verſtorbener Freund, Adams, welcher, wie man offenherzig geſtehen muß, nach dieſer Theorie, die mehreſten und merkwürdigſten elektriſchen Erſcheinungen auf eine ſcharfſinnige Weiſe erklärt hat *).

Indeſſen beſitzt Franklin's Theorie, wenn ſie auch gleich nicht ganz frey von Fehlern iſt, doch eine größere Einfachheit, und giebt von den Thatſachen eine leichtere und natürlichere Erklärung. Die Gründe von dieſem berühmten Naturforſcher können auf folgende Axiome zurückgebracht werden:

Erſtlich iſt die elektriſche Materie in allen Körpern eine und die nehmliche, und nicht von zwey verſchiedenen Arten.

Zweytens enthalten alle zu unſrer Erde gehörigen Körper eine gewiſſe Menge von dieſer Materie.

Drittens ſtoßen ſich die Theilchen der elektriſchen Materie heftig unter einander ab, ziehen aber alle übrige Materie an ſich.

*) Man ſ. Adams Lectures on Natur. Vol. IV.

Viertens enthält Glas und andre, mit dem Nahmen elektriſcher Subſtanzen belegte Körper eine beträchtliche Menge dieſer Materie; allein ſie ſind derſelben undurchdringbar.

Fünftens können leitende Subſtanzen von derſelben durchdrungen werden, und ſie wird nicht blos über ihre Oberfläche hingeleitet.

Sechstens kann ein Körper eine überflüßige Menge von der elektriſchen Materie enthalten; und in dieſem Zuſtande ſagt man von ihm, er ſey poſitiv oder plus elektriſirt. Wenn er aber weniger elektriſche Materie enthält, als in ſeinem natürlichen Zuſtande, ſo ſagt man, daß er negativ oder minus elektriſirt ſey.

Siebentens wird, wenn man einen elektriſchen Körper elektriſirt, das Gleichgewicht der elektriſchen Materie aufgehoben, und der eine Körper wird mit elektriſcher Materie überladen, während der andre von ſeinem natürlichen Maaße verliehrt.

Auf dieſe Art wird alſo, nach der Franklinſchen Theorie, diejenige Elektrizität, welche zuvor die glasartige hieß, die poſitive, und die, welche vorher die harzartige hieß, die negative genennt.

Es fällt in die Augen, daß die Wirkungen der elektriſchen Flüßigkeit einzig und allein durch den Uebergang aus einem Körper in den andern ſichtbar werden. Wenn alle benachbarten Körper auf eine gleiche Weiſe mit Elektrizität geladen ſind, ſo wird keine einzige elektriſche Wirkung Statt finden. Das Gleichgewicht muß nach Franklin's Grundſätzen aufgehoben, das heißt, in einem Theile geſchwächt ſeyn, ehe irgend eine elektriſche Erſcheinung ſich ereignen kann. In dieſem Falle ſtröhmt die dichte Flüßigkeit dorthin, wo dieſelbe vorher vermindert worden war, und verurſacht Lichtpinſel, ein knackendes Geräuſch und andre Wirkungen der Elektrizität.

Die verſchiedenen Wirkungen von rauhen und glatten Körpern, wenn ſie elektriſirt werden, ſind ſchon im Vorhergehenden bemerkt worden. Nach der Franklinſchen Theorie wird, wenn ein rauher und glatter Körper an einander gerieben werden, im Allgemeinen der glatte Körper plus, derjenige hingegen, welcher eine rauhe Oberfläche beſitzt, minus elektriſirt. Folglich wird bey der gewöhnlichen Operation der gemeinen Elektriſirmaſchine der Zylinder poſitiv oder plus, das Reibzeug aber negativ oder minus elektriſirt. Den Ueberfluß an poſitiver Elektrizität giebt der Glaszylinder an den erſten Leiter ab und kann von dieſem jedem leitenden Körper mitgetheilt werden. Wenn indeſſen der erſte Leiter in Verbindung mit der Erde geſetzt wird, welche eine große Anziehung gegen die elektriſche Materie äuſſert, und da ſie aus einer ungeheuern Maſſe von leitenden Subſtanzen beſteht, keine Anhäufung der elektriſchen Materie in irgend einem beſondern Theile zuläßt; und wenn zu gleicher Zeit das Reibezeug in einen abgeſonderten (iſolirten) Zuſtand durch Glas oder irgend einen andern urſprünglich elektriſchen Körper verſetzt worden iſt, ſo werden dieſe Wirkungen umgekehrt erſcheinen, das heißt, der erſte Leiter wird alsdenn negative, und der Reiber poſitive Elektrizität beſitzen.

Man muß jedoch zugeben, daß dieſe Theorie, des Dr. Franklin nicht ohne Schwierigkeiten iſt, und daß man ſehr vielen Grund hat zu fürchten, daß wir bis jetzt noch keine vollſtändige Theorie der Elektrizität beſitzen. Daß ſich zwey negativ elektriſirte Kugeln einander zurückſtoßen, iſt eine von denjenigen Erſcheinungen, welche am ſchwerſten nach dem Franklinſchen Syſtem erklärt werden können. Denn wenn das Abſtoßen der Kugeln im Fall der poſitiven Elektriſirung einzig und allein, wie man Urſache hat zu glauben, durch die elektriſche Materie hervorgebracht wird, wie ſollte ein Mangel an dieſer Materie dieſe nehmliche Wirkung zu erregen im Stande ſeyn? Man hat

dieſe Erſcheinung dadurch zu erklären geſucht, daß man ſeine Zuflucht zu der Elektrizität der Luft nahm, welche, in ihrem trocknen Zuſtande, gewiß ein urſprünglich elektriſcher oder ein nicht leitender Körper, und in allen Fällen eine unvollkommen elektriſche Subſtanz iſt. Man nimmt daher an, daß die Korkkügelchen oder andre leichte Körper, welche negativ elektriſirt ſind, von der poſitiven Elektrizität der Luft auf eine ähnliche Art in Bewegung geſetzt werden, als wenn ſie ſelbſt poſitiv elektriſirt wären. Dieſe Erklärung iſt indeſſen nicht ganz befriedigend, ungeachtet es vielleicht unphiloſophiſch gehandelt iſt, wenn man eine Hypotheſe, welche einige Thatſachen im hohen Grade zu unſrer Zufriedenheit erklärt, blos darum verwirft, weil ſie bis jetzt noch nicht alles erklärt hat.

Doktor Franklin nimmt an, daß die elektriſche Flüßigkeit gleichſam aus der Erde geſchöpft werde, und er ſtützt dieſe Meinung auf folgende Verſuche.

Man ſtelle zwey Perſonen auf Wachs oder auf ein Iſolirgeſtelle, doch ſo, daß ſie ſich einander nicht berühren: die eine reibe eine Glasröhre; die andre ziehe aus der erſtern Funken: beyde werden gegen eine dritte Perſon, welche auf dem Fußboden ſteht, elektriſirt erſcheinen, das heißt, dieſe letzte wird einen Funken bekommen, ſie mag ſich mit ihrem Finger oder Knöchel der erſten oder zweyten Perſon nähern: allein wenn ſich dieſe beyden einander während des Reibens der Glasröhre berühren, ſo wird keine von beyden gegen die dritte, welche auf dem Fußboden ſteht, Spuren von Elektrizität verrathen. Wenn ſich die zwey Erſten einander erſt, nachdem die Glasröhre elektriſch gemacht oder excitirt worden iſt, berühren, ſo wird ein heftigerer Funken zwiſchen ihnen entſtehen, als zuvor, da die auf dem Fußboden ſtehende Perſon auf einer von den beyden iſolirten Funken ausgezogen hatte. Nach einem ſolchen ſtarken Funken entdeckt man in keiner dieſer zwey Perſonen einige Elektrizität mehr.

Er giebt von dieſen Erſcheinungen dadurch einen Grund an, daß er behauptet, die elektriſche Flüßigkeit ſey ein gemeinſchaftlicher Grundbeſtandtheil, von welchem jede dieſer drey Perſonen ihren gleichen Antheil beſaß, ehe irgend eine Operation mit der Glasröhre vorgenommen worden war.

A, welche auf dem Iſolirgeſtelle ſtand und die Röhre rieb, häufte die elektriſche Flüßigkeit aus ſich ſelbſt im Glaſe an, und da ihre Verbindung mit dem allgemeinen Behälter der elektriſchen Materie durch das Iſolirgeſtelle aufgehoben iſt, ſo kann der erlittene Verluſt ihres Körpers an elektriſchem Feuer nicht ſogleich unmittelbar wieder erſetzt werden.

B, welche ebenfalls iſolirt war, und ihren Finger längs über die geriebene Glasröhre hin führte, empfängt das Feuer, welches ſich aus dem Körper von A in dieſer Röhre angehäuft hatte, und behält wegen ihres iſolirten Zuſtandes die neue, zu ihrem natürlichen Antheil von Elektrizität hinzu gekommene Menge von elektriſcher Materie.

Der dritten Perſon, welche auf dem Fußboden ſtand, kommen A und B als elektriſirt vor: denn ſie, welche allein die mittlere Menge von elektriſcher Materie beſitzt, empfängt einen Funken, wenn ſie ſich B nähert, welche mehr elektriſche Materie, als in ihrem natürlichen Zuſtande, enthält; giebt aber einen an A, welche einen geringern Antheil davon beſitzt.

Wenn A und B einander berühren, ſo iſt der Funken heftiger, weil der Unterſchied zwiſchen ihnen in Anſehung der Menge von elektriſcher Materie, welche jeder von ihnen enthält, größer iſt. Nach dieſer Berührung kann kein Funken weiter zwiſchen einem von beyden und

zwiſchen C entſtehen, weil die elektriſche Flüßigkeit in allen drey Körpern zu ihrer urſprünglichen Gleichförmigkeit zurückgebracht worden iſt. Wenn ſie ſich während der Elektriſirung berühren, ſo iſt das Gleichgewicht niemals ganz aufgehoben; die elektriſche Materie circulirt blos. Daher ſagen wir, daß B poſitiv, A negativ elektriſirt ſey *).

*) *Adams* on electricity p. 43.

Viertes Kapitel.

Die Leidner Flaſche, elektriſche Batterie und andre Theile des elektriſchen Apparats.

Theorie der Leidner Flaſche. — Gebrauch dieſes Inſtruments in der Elektrizität. — Beſchreibung des beſten Apparats dieſer Art. — Die Ladung hat im Glaſe ihren Sitz. Unterhaltende Verſuche mit der Leidner Flaſche. — Elektriſche Batterie. — Unterricht in Anſehung dieſes Apparats. — Verſuche mit der elektriſchen Batterie.— Elektriſches Glockenſpiel. — Elektrophor. — Elektrometer. —

Um die Natur derjenigen Vorrichtung, welche den Nahmen der Leidner Flaſche oder des Erſchütterungsglaſes führt, genau kennen zu lernen, muß man ſich an das erinnern, was ſowohl in der Einleitung, als auch in dem vorhergehenden Kapitel von der poſitiven und negativen Elektrizität geſagt worden iſt. Wenn ein Stück Glas mit irgend einer leitenden Subſtanz belegt wird, ſo kann man die elektriſche Materie in ihm in einem zum Erſtaunen hohen Grade anhäufen. In dieſem Falle wird die eine Seite des Glaſes, wenn daſſelbe die Gränzen einer gewiſſen Dicke nicht überſchreitet, poſitiv, die andre aber negativ elektriſirt ſeyn. Die Geſtalt des Glaſes iſt bey dieſem Verſuche von gar keiner Bedeutung: denn es kann flach, zylindriſch oder auf eine andre Weiſe geſtaltet ſeyn.

Da indeſſen bey vielen Gelegenheiten die Abſicht des Naturforſchers dahin geht, eine große Menge von Elektrizität in den Oberflächen urſprünglich elektriſcher Körper anzuhäufen, und da zu dieſem Endzwecke Glasſcheiben weder nothwendig, noch zuträglich ſind, ſo verſorgt er ſich mit einer hinreichenden Menge von gehörig eingerichteten Flaſchen. Sie werden von verſchiedener Geſtalt und Größe genommen; allein die gewöhnlichſten ſind dünne Glaszylinder von ungefehr vier Zollen im Durchmeſſer, und vierzehn Zollen Höhe, welche in- und auswendig bis auf zwey Zoll von ihrem Rande mit Zinnfolie oder irgend einem andern leitenden Körper überzogen oder belegt worden ſind.

Wenn die eine Seite einer ſolchen Flaſche elektriſirt wird, während die andre Seite mit der Erde verbunden iſt, ſo ſagt man, daß die Flaſche geladen werde.

Wenn die eine Fläche einer ſolchen Flaſche durch eine leitende Subſtanz mit der andern in Verbindung gebracht wird, nachdem die Flaſche geladen worden war, ſo findet eine Exploſion Statt; und dies nennt man die Flaſche entladen. Eine ſolche Flaſche kann, wenn ſie iſolirt worden iſt, das iſt, wenn keine ihrer Flächen mit der Erde in Verbindung ſteht, geladen werden. Wenn ſie geladen iſt, ſo befinden ſich die beyden Seiten im entgegengeſetzten Zuſtande, indem die eine poſitiv, die andre hingegen negativ elektriſirt iſt.

Man ſagt, daß eine Flaſche poſitiv elektriſirt ſey, wenn ihre innere Seite die elektriſche Materie von dem erſten Leiter empfängt, und die äuſſere mit der Erde in Verbindung ſteht. Negativ elektriſirt nennt man ſie alsdann, wenn die äuſſere Seite mit dem erſten Leiter, die innere mit der Erde verbunden iſt. Es iſt aber nothwendig, daß die negativ zuladende Flaſche iſolirt ſey, weil die elektriſche Materie ſonſt durch die Belegung unmittelbar in die Erde übergeleitet werden würde.

Die gewöhnlichen Formen der Leidner Flaſchen ſind in der dritten und fünften Figur (Platte XVII) dargeſtellt worden, und ihre Natur kann durch folgenden Verſuch erläutert werden:

Man ſetze die Flaſche (Fig. 5.) auf ein Iſolirgeſtelle, bringe die Belegung mit dem erſten Leiter in Verbindung, drehe die Elektriſirmaſchine ſchwach herum und entferne nach einigen Umdrehungen die Flaſche von dem Zylinder. Hierauf errichte man zwiſchen der äuſſern und innern Seite der Flaſche eine Verbindung, indem man das eine Ende des Ausladers an die äuſſere Belegung bringt und das andre Ende der metallenen Kugel der Flaſche nähert. Jetzt wird keine Exploſion Statt finden, weil die Flaſche, da ihre beyden Flächen iſolirt waren, nicht geladen war. Allein wenn man von der metallenen Kugel der Flaſche eine Kette bis auf die Erde herab hängen läßt, die äuſſere Belegung mit dem erſten Leiter der Maſchine verbindet, und die Flaſche nach einigen Umdrehungen der Maſchine, wie zuvor, vom Leiter entfernt, ſo wird man, wenn man den Auslader anlegt, eine Exploſion hören, und die Flaſche wird entladen werden, weil in dieſem Falle die Iſolirung der innern Seite durch die Kette aufgehoben iſt, und die Flaſche fähig wird, eine Ladung anzunehmen.

Daß die Ladung einer belegten Flaſche im Glaſe, und nicht in der metallenen Belegung ihren Sitz habe, wird auf folgende Art bewieſen. Man lege eine Glasſcheibe zwiſchen zwey metallene Platten von ungefehr zwey Zollen im Durchmeſſer, und folglich kleiner, als die Glasſcheibe: man lade dieſe Vorrichtung und entferne alsdenn die obere Belegung mittelſt eines iſolirenden Handgriffs. Hierauf hebe man die Glasſcheibe auf und lege ſie zwiſchen zwey andre nicht elektriſirte und iſolirte Metallplatten. Man wird finden, daß die auf dieſe Art ganz friſch belegte Glasplatte noch geladen iſt. Die folgenden Verſuche dienen noch weiter zur Erläuterung der Natur der Leidner Flaſche.

Eine einfache Korkkugel, oder die elektriſche Spinne, welche aus gebranntem Kork mit Füſſen von leinenen Fäden gebildet und an einem Faden von Seide aufgehangen wird, ſpielt zwiſchen den Kugeln zweyer Flaſchen, wovon die eine poſitiv, die andre negativ geladen iſt, hin und her, und entladet beyde Flaſchen in kurzer Zeit.

Eine an einem ſeidenen Faden zwiſchen zwey metallenen Kugeln, wovon die eine von der äuſſern, die andre von der innern Belegung einer Leidner Flaſche herkommt, aufgehangene Korkkugel wird zwiſchen beyden Kugeln hin und her fliegen, und durch die auf dieſe Art bewirkte Ueberleitung der elektriſchen Materie von der innern Belegung in die äuſſere wird die Flaſche bald entladen werden.

Eine iſolirte Korkkugel, welche zwiſchen zwey mit der nehmlichen Stärke geladenen Flaſchen aufgehängt iſt, wird, nachdem ſie einen Funken erhalten hat, von beyden Flaſchen gleich ſtark zurückgeſtoßen werden.

Bisweilen wird ein Draht an dem untern Theile einer iſolirten belegten Flaſche (Fig. 5.) befeſtiget und be ſtellt einen andern Draht vor, der mit dem erſtern einen rechten Winkel bildet. Ein meſſingenes Flugrad von der Geſtalt des Regulators bey einem Bratenwender ruht auf der Spitze dieſes ſenkrechten Drahtes. Dieſes wird ſich, ſo lange die Flaſche geladen wird, um ſeinen Unterſtützungs-Punkt herumdrehen, und ruhen, ſo bald die Flaſche geladen iſt. Man berühre den Knopf der Flaſche mit dem Finger oder einem andern leitenden Körper; ſo wird ſich das Flugrad wieder ſo lange herumdrehen, bis die Flaſche ganz entladen iſt. Ein paar Korkkugeln werden von dem Flugrade während der Ladung poſitiv, und während der Entladung negativ elektriſirt werden *).

*) Man ſ. *Adams* Eſſay on electricity. p. 131.

Wenn eine poſitiv geladene Leidner Flaſche iſolirt worden iſt, ſo wird ſie aus ihrem Knopfe einen Funken an ein excitirtes Stück Wachs abgeben; allein zwiſchen einer geriebenen und elektriſirten Glasröhre und dieſem Knopfe wird in der nehmlichen Zeit kein Funken entſtehen.

In die eine Fläche der iſolirten Flaſche kann elektriſche Materie übergeleitet werden, wenn eine gleiche Menge aus der entgegengeſetzten Fläche durch irgend eine Vorrichtung abfließen kann: auf eine andre Weiſe nicht.

Liebhaber der Elektrizität verbinden, um die Stärke der elektriſchen Exploſion zu vermehren, verſchiedene Leidner Flaſchen in einem Kaſten mit einander, und nennen dieſe Verbindung eine elektriſche Batterie.

In dieſem Apparate iſt der Boden des Kaſtens (ſ. Platte 17. Fig. 2.) mit Zinnfolie bedeckt, um dadurch die äuſſern Belegungen der Flaſchen mit einander zu verbinden. Die innern Belegungen ſtehen mit einander mittelſt der Drähte a b c d e f g h i, die ſich in die große Halbkugel A ziehen, in Verbindung. C iſt ein Hacken am Boden des Kaſtens, durch welchen man etwas mit der Auſſenſeite der Flaſchen verbinden kann. Aus der erwähnten Halbkugel geht mittelſt eines horizontalen Stabes von Metall die Kugel B hervor, durch welche die Vereinigung der äuſſern und innern Belegungen nach Gefallen bewerkſtelligt werden kann. Adams giebt denen, welche Gebrauch von einer elektriſchen Batterie machen wollen, folgende Vorſichtsregeln *).

Den obern unbelegten Theil der Flaſchen muß man trocken und frey vom Staube halten, und nach der Entladung einen Draht vom Hacken bis an die Kugel gehen laſſen, welcher in dieſer Lage bleiben muß, bis man die Batterie von neuem laden will. Dadurch wird man allen

*) Man ſ. a. a. O. S. 147.

Schaden, welcher ſonſt aus dem Ueberreſte der Batterie entſtehen könnte, gänzlich vermeiden.

Man muß eine zerbrochene Flaſche zuvor wegnehmen, ehe es möglich iſt, die übrigen zu laden.

Um die Flaſchen einer großen Batterie vor dem Zerbrechen bey der Entladung zu bewahren, hat man angerathen, keine Batterie durch einen guten Leiter zu entladen, wenn derſelbe nicht wenigſtens fünf Schuh lang iſt. Allein man muß bemerken, daß die Stärke des erſchütternden Funkens in dem nehmlichen Verhältniſſe abnimmt, in welchem die Länge der leitenden Verbindung zunimmt.

Die zu Newcaſtle verfertigten Flaſchen von grünem Glaſe ſollen nicht leicht bey einer Exploſion zerbrechen.

Wenn der erſchütternde Funke concentrirt wird, indem man ihn durch einen kleinen Umfang nicht-leitender Subſtanzen gehen läßt, ſo wird die Stärke einer Batterie beträchtlich vermehrt werden. In dieſer Abſicht läßt man den Funken durch ein Loch in einer Glasſcheibe gehen, welches einen Zwölftel- oder Sechstelzoll im Durchmeſſer hält: hierdurch wird er weniger zerſtreut, compacter und kräftiger. Wird die Stelle um die Oeffnung herum ein wenig mit Waſſer angefeuchtet, ſo wird der Funke, indem er dieſes Waſſer in Dämpfe verwandelt, auf eine größere Weite fortgeführt, ſeine Geſchwindigkeit vergrößert, und ſein Knall iſt ſtärker, als gewöhnlich. Durch Beobachtung dieſer und einiger andrer Umſtände hat Morgan mit ganz kleinen Flaſchen Draht geſchmolzen u. ſ. w.

Wenn die Ladung einer ſtarken Batterie durch zwey bis drey Zoll eines dünnen Eiſendrahts geht, ſo wird derſelbe bisweilen, und zwar auf der poſitiven Seite zuerſt roth glühend werden, und dieſes Glühen wird nach dem andern Ende fortgehen.

Wenn

Wenn die Batterie durch eine dünne Stahlnadel entladen wird, ſo erhält die leztere, bey einer ſtarken Ladung, Magnetiſmus.

Wenn die Entladung einer Batterie durch eine dünne Magnetnadel hindurch geht, ſo wird die Polarität der Nadel dadurch ganz aufgehoben, und bisweilen werden die Pole umgekehrt. Allein es iſt oft nothwendig, dieſen Verſuch, wenn er gelingen ſoll, mehrere Male zu wiederhohlen.

Dr. Prieſtley konnte neun Zoll von einem dünnen Eiſendrahte in einer Entfernung von funfzehn Fuß von der Batterie ſchmelzen, aber in einer Entfernung von zwanzig Fuß konnte er nur ſechs Zoll davon zum Rothglühen bringen. Hieraus könnte man den Schluß machen, daß Metalle, ihrer leitenden Kraft ungeachtet, doch dem Durchgange der elektriſchen Materie einigermaſſen Widerſtand leiſten, und daß man bey Schätzung der Leitungsfähigkeiten verſchiedener Körper auch ihre Länge mit in Anſchlag zu bringen habe.

Wenn man einen ſehr dünnen Draht in eine Glasröhre einſchließt, und eine Batterie hindurch entladet, ſo wird er in Kügelchen von verſchiedener Größe zertheilt, welche man von der innern Fläche der Röhre ſammlen kann, und die oft hohl und nicht viel mehr, als Metallſchlacken ſind.

Doktor Watſon und einige andre Gelehrte haben verſchiedene merkwürdige Verſuche angeſtellt, um die Entfernung, bis zu welcher die elektriſche Erſchütterung fortgeleitet werden kann, und die Geſchwindigkeit zu beſtimmen. Dieſe Verſuche ſind kurz in dem erſten Kapitel berührt worden. Bey dem erſten Verſuche wurde durch die elektriſche Materie, welche durch das Waſſer der Themſe hindurch geleitet worden war, ein Schlag verurſacht und Weingeiſt angezündet. Bey einem andern Verſuche leitete man die elektriſche Materie durch einen Weg von zwey engliſchen Meilen, welcher den New-river zwey Mal kreuzte,

über verſchiedene Sandgruben und ein groſses Feld weggieng, und nachher ließ man ſie durch einen Raum von vier engliſchen Meilen gehen. Dieſe Bewegung war ſo augenblicklich, daß ein Beobachter, welcher ſich mit der geladenen Flaſche in einem und demſelben Zimmer, zugleich aber in der Mitte einer zwey Meilen langen metallenen Leitung befand, den elektriſchen Stoß in eben dem Augenblicke fühlte, in welchem er die Flaſche ſich entladen ſah.

Dieſer erſtaunenswürdigen Geſchwindigkeit ungeachtet, iſt es doch gewiß, daß man beyde Seiten einer geladenen Flaſche ſo ſchnell berühren kann, daß nicht alle elektriſche Materie Zeit hat, aus der poſitiven Seite in die negative überzugehen, und daß alſo die Flaſche nur halb entladen wird. Es giebt aber auch verſchiedene Fälle, wo die Bewegung langſam ſcheint; es würde ſich dieſes mit jener unermeßlichen Geſchwindigkeit nicht leicht vereinigen laſſen, wenn es nicht gewiß wäre, daß die elektriſche Materie bey ihrem Gange durch oder über alle Körper in gewiſſem Grade einen Widerſtand erleidet.

Es giebt noch ein andres Stück des elektriſchen Apparats, welches urſprünglich eine deutſche Erfindung iſt, und noch zuvor, ehe ich denjenigen Theil der Elektrologie beſchließe, den man den mechaniſchen nennen könnte, beſchrieben werden muß. Dieſes Inſtrument dient beſonders zur Erläuterung der elektriſchen Anziehung, und beſteht in drey kleinen Glocken, von welchen die beyden äuſſerſten an einem metallenen Stabe mittelſt metallener Kettchen, die mittelſte hingegen, an welcher ein Kettchen bis auf den Fußboden herabhängt, mittelſt eines ſeidnen Fadens aufgehängt ſind. Zwey kleine meßingene Knöpfchen werden an ſeidnen Faden dergeſtalt zwiſchen dieſe drey Glocken aufgehangen, daß ſie dieſen zu Klöppeln dienen können.

Wenn dieſer Apparat mit einem elektriſirten Leiter verbunden iſt, ſo werden die äuſſerſten, an Kettchen auf-

gehangenen Glocken elektriſirt, ziehen die Klöppel an, und werden von ihnen angeſchlagen. Die Klöppel, welche auf dieſe Weiſe gleichfalls elektriſirt worden ſind, werden nun von dieſen Glocken zurückgeſtoßen, und von der mittelſten angezogen, die ſie mittelſt der bis auf den Fußboden herab hängenden Kette ihrer Elektrizität beraubt. Hierauf werden ſie von den äuſſerſten Glocken wiederum angezogen, und verurſachen durch das wechſelſeitige Anſchlagen der Glocken ein Läuten, welches nach Gefallen verlängert werden kann. Im Dunkeln wird man auch Lichtpinſel zwiſchen den Glocken und den Klöppeln wahrnehmen, und iſt die Elektrizität ſtark, ſo werden ſich dieſe Körper, ohne einander zu berühren, ihrer Elektrizität entledigen, und das Läuten wird aufhören.

Wenn ein ſolcher Apparat mit einem Wetterableiter verbunden wird, ſo wird er uns von der Annäherung und dem Vorüberziehen einer elektriſchen Wolke benachrichtigen.

Es iſt bemerkenswerth, daß in gewiſſen Fällen elektriſirte Körper ihre Elektrizität ſehr lange Zeit behalten. Auf dieſe Eigenſchaft iſt ein ſehr ſinnreiches Inſtrument gebaut, welches der **Elektrophor** genennt wird. Dieſe Maſchine beſteht blos aus einem Kuchen von einer harzigen Maſſe, welche der bequemern Tranſportirung wegen in einen Kaſten gegoſſen wird, und aus einer metallenen Platte, welche genau auf den Harzkuchen aufpaßt und mittelſt eines Handgriffs von Glas oder irgend einer andern nicht leitenden Subſtanz abgehoben werden kann. Hat man die Harzmaſſe mit Flanelle oder ſelbſt mit der Hand getrieben, und die Metallplatte auf dieſelbe aufgeſetzt, ſo wird das Metall geladen werden, und an leitende Körper ſehr häufige Funken abgeben. Dieſe Eigenſchaft, Elektrizität mitzutheilen, wird die Harzmaſſe lange Zeit behalten, ohne daß man nöthig hätte, dieſelbe von neuem auf irgend eine Weiſe zu elektriſiren.

Um dieſe Erſcheinungen zu erklären, wird es noch einmal nöthig ſeyn, auf das, was von der poſitiven und negativen Elektrizität geſagt worden iſt, zurückzukommen. Es wird ferner nothwendig ſeyn, noch einmal zu erinnern, daß die negative Elektrizität urſprünglich die harzartige genennt wurde, weil man Anfangs dafür hielt, daß ſie dieſen Subſtanzen ausſchlüßlich eigen ſey. Im Elektrophor alſo, wo die untere Platte oder der Harzkuchen negative elektriſirt iſt, wird die elektriſche Materie aus der metallenen Platte angezogen werden. Da nun dieſe dadurch ebenfalls negativ elektriſirt wird, ſo wird ſie die ihr von ihrem natürlichen Antheile abgehende elektriſche Materie aus jedem Körper, welcher ihr nahe genug gebracht wird, an ſich ziehen.

Man hat verſchiedene Inſtrumente erfunden, um die in irgend einem Körper erhaltene Menge von elektriſcher Flüßigkeit zu meſſen. Sie gründen ſich im Allgemeinen auf den Grundſatz der elektriſchen Anziehung und beſtehen aus einer kleinen Kugel von Hollundermark oder einem andern leichten Körper, die an einem beweglichen Arm im Mittelpunkte eines Halbzirkels, zur Bezeichnung der Grade, aufgehangen iſt. Adams empfiehlt Henley's Quadrantenelektrometer zu dieſer Abſicht und beſchreibt es auf folgende Art: „Es beſteht (ſ. Taf. 16. Fig. 3.) aus einer ſenkrechten Säule von Holz LM, welche oben in eine Kugel ausläuft, und unten mit einer Zwinge und einem Zapfen von Metall verſehen iſt, womit es in ein auf dem erſten Leiter zu dieſer Abſicht angebrachtes Loch (ſ. Fig. 4.) oder in den Knopf einer Leidner Flaſche geſteckt werden kann. Am obern Theile der Säule iſt ein in Grade eingetheilter Halbzirkel von Elfenbein NOP befeſtiget, in deſſen Mittelpunkte R ein meßingener Arm oder Knie befindlich iſt, in welchem die Axe des Zeigers S ſpielt. Dieſer Zeiger beſteht aus einem ſehr dünnen Stäbchen Holz, welches vom Mittelpunkte des Halb-

zirkels bis zur meßingenen Zwinge herabreicht, und an ſeinem untern Ende eine ſauber gedrehte Kugel von Hollundermark trägt. Wenn dieſes Elektrometer ſenkrecht ſteht und nicht elektriſirt iſt, ſo hängt der Zeiger parallel mit der Säule: allein ſo bald ihm Elektrizität mitgetheilt worden iſt, ſo geht der Zeiger nach der Menge der in ihm angehäuften Elektrizität mehr oder weniger von dieſer Säule zurück."

Fünftes Kapitel.

Allgemeine Wirkungen der Elektrizität.

Erſcheinungen des elektriſchen Anziehens und Abſtoßens. — Elektriſche Atmoſphären. — Verſchiedene Wirkungen verſchiedener Subſtanzen. — Elektriſcher Zuſammenhang. — Verſuche mit ſeidnen Strümpfen. — Von der Ausdünſtung flüſſiger Körper. — Vegetation — Thieriſche Ausdünſtung. — Entzündung chemiſcher Geiſter. — Thiere durch die Elektrizität getödtet. — Unterhaltende Erſcheinungen im luftverdünnten Raume. — Wiederhohlung der Grundſätze.

Die mannigfaltigen Erſcheinungen der Elektrizität können, der Deutlichkeit wegen, in zwey Klaſſen eingetheilt werden. Die erſte enthält die Erſcheinungen des Anziehens und Zurückſtoßens; die letztere aber theils diejenigen, welche mit Leuchten verbunden ſind, theils jene Wirkung auf den thieriſchen Körper, welche die elektriſche Erſchütterung genannt wird. Ungeachtet einige von dieſen auf dem erſten Anblick ſehr wenig Aehnlichkeit mit den Erſcheinungen der erſten Klaſſe zu haben ſcheinen, ſo werde ich doch häufige Gelegenheit haben zu zeigen, daß ſie nothwendige Wirkungen einer gemeinſchaftlichen Urſache ſind, und mehr wegen der Umſtände, unter welchen ſie ſich ereignen, als wegen ihrer Natur verſchieden ſind. Die Erſcheinungen der atmoſphäriſchen Elektrizität erfordern ein beſonderes Kapitel.

Aus dem, was ſchon im Vorhergehenden feſt geſetzt worden iſt, folgt, daß jeder entweder durch Reiben, oder

durch Mittheilung entweder mittelſt Glaſes oder einer harzigen Subſtanz elektriſirte Körper mit einer Art von Atmoſphäre von derjenigen Flüſſigkeit, welche elektriſche Materie genennt wird, umgeben iſt.

Der Beweis, worauf dieſe Hypotheſe beruht, beſteht darinn, daß leichte Körper wirklich aufgehoben, und gegen den elektriſirten Körper hingeführt, oder von demſelben abgeſtoßen worden. Dieſes kann, wie die Vertheidiger dieſer Theorie behaupten, einzig und allein dadurch bewerckſtelliget werden, daß dieſe Körper mit einem flüſſigen Medium umgeben ſind. Wenn daher die Haare auf dem Kopfe einer elektriſirten Perſon aufrecht ſtehen, oder die Fibern einer Flaumenfeder ſich ausbreiten, als wenn ſie ſich, nach Beſchaffenheit der Umſtände, entweder dem erſten Leiter nähern, oder von ihm entfernen wollten, ſo nimmt man an, daß jedes einzelne Haar oder jede Fiber mit einer elektriſchen Atmoſphäre umgeben ſey.

Es iſt durch den Lord Stanhope in ſeinem ſcharfſinnigen Buche von der Elektrizität bewieſen worden, daß die Dichte der elektriſchen Atmoſphäre genau in dem Verhältniße der Quadrate ihrer Entfernung von dem Mittelpunkte des elektriſirten Körpers abnimmt.

Dieſe Anziehungen und Zurückſtoßungen, welche ſtatt finden, wenn leichte Körper einer elektriſirten Subſtanz nahe gebracht werden, rühren, nach den Vorſtellungen einiger Naturforſcher, von zwey Ströhmen der elektriſchen Materie her. Derjenige Strohm, welcher von den einer elektriſirten Subſtanz nahe gebrachten Körpern ausfährt, verurſacht, daß dieſe Körper ſcheinen angezogen zu werden; und der aus dem elektriſirten Körper ausgehende Strohm ſtößt ſie zurück. Dieſe zwey Wirkungen finden in dem nehmlichen Augenblicke ſtatt, und wir können daher folgern, daß beyde Ströhme gleichzeitig ſind.

Ein Körper, welcher von einer elektriſirten Subſtanz zurück geſtoßen worden iſt, wird von der nehmlichen Subſtanz wieder angezogen werden, ſobald er einen nicht elektriſirten Körper berührt hat.

Wenn man einer elektriſirten Subſtanz eine freye Bewegung erlaubt, ſo wird ſie von einem leitenden nicht elektriſirten Körper angezogen. Daher wird ein ſchmahler Streif von dünn geſchlagenem Metall, welcher an einem ſeidnen Faden aufgehangen und elektriſirt worden iſt, theils von einer nahe gehaltenen Hand, theils von einem Stücke grünen Holzes, oder einem metallenen Stabe angezogen.

Es werden nicht alle Subſtanzen mit gleicher Gewalt von elektriſirten Körpern angezogen; überhaupt werden die dichteſten und compacteſten Körper am leichteſten angezogen und zurück geſtoßen, und ſind dem Einfluſſe der Elektrizität in einer größern Entfernung ausgeſetzt, als die, welche in ihrer Conſiſtenz lockerer und poröſer ſind. Ein Band oder Draht iſt dieſer Anziehung und Zurückſtoßung, wenn es gewächſet oder mit Gummi überzogen iſt, weit ſtärker ausgeſetzt, als wenn ſich beyde in ihrem natürlichen Zuſtande befinden. Von allen Subſtanzen ſcheinen Goldblättchen am leichteſten von der elektriſchen Anziehung afficirt zu werden.

Elektriſirte Körper hängen ſo genau an einander, daß dieſer Umſtand zu einem neuen Ausdruck in der Naturlehre Gelegenheit gegeben hat. Man hat dieſes Phänomen den elektriſchen Zuſammenhang genennt. Dieſe Thatſache wurde durch einige mit ſeidnen Strümpfen angeſtellte Verſuche, welche Robert Symmer vor mehrern Jahren der königlichen Geſellſchaft der Wiſſenſchaften mitgetheilt hat, auf eine angenehme Art bewieſen. Zwey ſeidene Strümpfe, ein ſchwarzer und ein weißer, wurden übereinander einige Zeit lang angezogen und mit der Hand gerieben, und nachher ausgezogen. Es ſchien, daß in dieſem Falle die beyden Strümpfe dergeſtallt an einander

hingen, daß eine beträchtliche Kraft, um ſie von einander zu trennen, erfordert wurde. Briſſon, welcher dieſen Verſuch wiederholte, bemerckte, daß ſich, nachdem er den weißen Strumpf von dem ſchwarzen getrennt hatte, eine andre Erſcheinung ereignete. Denn weil er ſie, einen in jeder Hand, in der Luft ſchwebend hielt, ſo ſchwollen ſie ſie gleichſam auf und wurden ſo ſtark ausgedehnet, als wenn ſich der Fuß noch in ihnen befände. Wenn ſie einander zehen bis zwölf Zolle weit nahe gebracht werden, ſo fliegen ſie mit Haſtigkeit gegen einander und hängen mit einander feſt zuſammen. Jedoch war der Grad des Zuſammenhangs jetzt nicht ſo ſtarck, als weil die Strümpfe über einander gezogen waren. Symmer glaubt, daß der glückliche Erfolg dieſes Verſuchs von dem großen Abſtande der weißen und ſchwarzen Farbe abhänge: allein Briſſon behauptet, daß dieſe Hypotheſe ohne Grund ſey, indem er dieſen Verſuch auch gelingen ſah, wenn er an ſtatt des ſchwarzen Strumpfes einen anders gefärbten und ſelbſt einen weißen genommen hatte. Indeſſen geſteht er, daß die Wirkungen ſchwächer waren, wenn zu dieſem Verſuche zwey weiße Strümpfe genommen wurden.

Die elektriſche Anziehung erſcheint in Luftleerem Raume nicht ſo ſtark, als in der freyen Luft. Wir lernen aus einigen Verſuchen von Beccaria, daß wenn die Luft hinlänglich aus einer Glasglocke ausgeleert worden war, die Anziehung und Zurückſtoßung von elektriſirten leichten Körpern in der Glasglocke ſchwächer wurde und bald ganz und gar aufhörte.

Die Elektrizität vermehrt die natürliche Ausdünſtung der Flüſſigkeiten und beſonders ſolcher, welche von ſelbſt ſchon ſehr ſtark verdünſten. Sie wirkt auch ſtarck auf Flüſſigkeiten, wenn die ſie enthaltenden Gefäße aus leitenden Materien beſtehen. Wenn ein feuchter Körper, zum Beyſpel, ein Schwamm, auf einen poſitiv elektriſirten Leiter gelegt wird, ſo wird die Ausdünſtung weit ſchneller von ſtatten gehen und der Schwamm weit eher trocken wer-

den, als wenn ein ähnlicher Körper ſich unter andern Umſtänden befindet.

D. Prieſtley veranlaßt uns zu glauben, daß elektriſirte Pflanzen leichter und ſtärker ausdünſten, als ſolche, welche der Elektrizität nicht ausgeſetzt worden ſind.

Daß die Elektrizität die unmerckliche Ausdünſtung der Thiere vermehre, kann man aus dem Umſtande beweiſen, weil elektriſirte Thiere allezeit leichter werden, als nicht elektriſirte

Der Strom der elektriſchen Flüſſigkeit hat keine merkliche Wärme, im Gegentheil ſcheint er dem Gefühle kalt, deſſen ungeachtet haben wir geſehen, daß die entzündlichen Körper, und beſonders Weingeiſt, durch den elektriſchen Funken entzündet werden können. Dieſer Verſuch kann ſehr leicht durch einen ſtarcken Funcken aus dem erſten Leiter einer gemeinen Elektriſirmaſchine bewerckſtelliget werden. Man iſolire eine Perſon, bringe ſie in Verbindung mit einem elektriſirten erſten Leiter und gebe ihr etwas höchſt gereinigten Weingeiſt in einem metallenen Löffel in die Hand. Wenn der Weingeiſt zuvor über einem Lichte erwärmt iſt, wird der Verſuch noch beßer und ſicherer gelingen. Eine zweyte nicht iſolirte, ſondern mit dem Fußboden in Verbindung ſtehende Perſon bringe ihren Finger dem Weingeiſt nahe; es wird ein Funcken zwiſchen dieſem Finger und dem Weingeiſt entſtehen, und der letztere wird entzündet werden. Dieſe Erſcheinungen würden in einem finſtern Zeitalter, oder in einem Lande, wo noch eine gänzliche Unwiſſenheit in der Naturlehre herrſcht; für Wirkungen der Zauberey gelten.

Kleine Thiere können durch einen ſtarken Funcken aus einer geladenen Flaſche oder Batterie getödet werden; allein ich habe nicht gehört, daß menſchliche Kunſt im Stande geweſen wäre, eine hinlänglich große Batterie vorzurichten, um ein Thier von der Größe eines Schaafes oder Hundes damit tödten zu können. Die unmittelbare oder nächſte Ur-

Urſache von dem durch die Elektrizität oder den Blitz, welcher nichts als natürliche Elektrizität iſt, bewirkten Tode der Thiere iſt noch bis jetzt nicht mit Gewißheit beſtimmt. Man hat blos angenommen, daß das Lebensprincip durch das Zerreißen einiger Blutgefäße, welches die Heftigkeit des Stoßes bewerkſtelliget, unterdrückt werde. Allein bey einer ſorgfältigen Zergliederung eines vom Blitz getödeten Hundes fand man die Gefäße auch nicht im geringſten verletzt. Beccaria brachte einige Perſonen, welche dem Anſehen nach vom Blitze erſchlagen worden waren, wieder zum Leben; und als ſie wegen der Schmerzen oder Leiden befragt wurden, die ſie jetzt empfänden, ſo beſchwerten ſie ſich ganz allein über eine ungewöhnliche Mattigkeit und Erſtarrung ihrer Gliedmaaßen. Das Fleiſch der durch die Elektrizität getödeten Thiere wird äuſſerſt zart, und von Franklin als ein Gegenſtand des Luxus empfohlen. Es wird daher auch in kürzerer Zeit in Fäulniß übergehen, als das Fleiſch ſolcher Thiere, welche auf die gewöhnliche Weiſe getödtet worden ſind.

Die leuchtenden Erſcheinungen der Elektrizität fallen im luftleeren Raume nicht genau ſo aus, wie in der freyen atmoſphäriſchen Luft; und es wird in der That ein ſehr artiges Phänomen hervorgebracht, wenn man das elektriſche Licht in einen luftleeren Raum fallen läßt.

Wenn ein Draht mit einem runden Ende in einem ausgepumpten Glaszylinder angebracht iſt und dem erſten Leiter einer Elektriſirmaſchine nahe gebracht wird, ſo wird jeder Funken durch den luftleeren Raum in einem breiten Strohme von Licht gehen, welcher durch die ganze Länge des Zylinders ſichtbar iſt, ſich, wofern er nicht durch einen leitenden Körper von ſeiner Richtung abgelenkt wird, regelmäſig fortbewegt und ſich alsdann in eine große Menge ſchöner Strahlen zertheilt, welche ſich auf eine angenehm in die Augen fallende Art beſtändig wieder vereinigen und von neuem zertheilen. Wenn das Gefäß mit der Hand ge-

faßt wird, ſo empfindet man ein Klopfen wie von einer Schlagader, und das elektriſche Feuer neigt ſich gegen die Hand hin. Jedoch iſt eine kleine Menge von Luft nothwendig, um die ſtärkſten leuchtenden Erſcheinungen zu veranlaſſen.

Das folgende iſt eine Wiederhohlung deſſen, was Briſſon als Fundamental-Principien anſieht, die ſeiner Verſicherung nach, ſowohl durch ſeine eignen, als durch die Verſuche andrer Naturforſcher beſtätigt worden ſind *).

Die elektriſche Flüßigkeit iſt weſentlich einerley mit der Materie des Lichtes und der Hitze, nur iſt ſie mit einer Subſtanz verbunden, welche auf den Geruchsſinn wirkt.

Wenn Körper durch Glas elektriſirt ſind, ſo geben ſie an ihren Spitzen Bürſten oder Pinſel von Licht von ſich; wenn ſie aber durch Schwefel oder harzige Subſtanzen in einen elektriſchen Zuſtand verſetzt worden ſind, ſo bemerkt man an ihren Spitzen blos leuchtende Punkte. Körper, welche den durch Glas elektriſirten nahe gebracht werden, laſſen an ſich blos leuchtende Punkte bemerken, während die mittelſt Schwefels elektriſirten ſchöne Lichtpinſel hervorbringen.

Um Körper durch Mittheilung zu elektriſiren iſt nothwendig, ſie zu iſoliren. Hierzu taugen ſolche Subſtanzen am beſten, welche ſich am leichteſten durchs Reiben elektriſiren laſſen.

Ungeachtet Glas ſehr gut durch Reiben elektriſirt werden kann, ſo läßt es ſich doch auch, ſogar ohne vorhergegangene Vorbereitung, durch Mittheilung elektriſch machen. Indeſſen iſt doch das Glas ſehr geſchickt zur Abſonderung.

Die elektriſchen Erſcheinungen werden nicht ganz allein von denjenigen Körpern hervorgebracht, auf welche die Elektriſirmaſchine wirkt: die benachbarten Subſtanzen tragen ebenfalls zu ihrer Entſtehung etwas bey.

*) Man ſ. deſſen Traité élément. de phyſique To. III. p. 435.

Die Stärke der elektriſchen Kraft wird in Leitern mehr durch eine Vermehrung der Oberfläche, als durch Anhäufung von Maſſe erhöht.

Elektriſirte Körper hängen dergeſtalt an einander, daß ſie nicht ohne eine beträchtliche Gewalt von einander losgeriſſen werden können, wie durch das Beyſpiel zweyer verſchieden gefärbten ſeidnen Strümpfe bewieſen worden iſt.

Die Elektrizität beſchleunigt die Verdampfung flüßiger Körper und die unmerkliche Ausdünſtung der Thiere.

Die Lichtpinſel, welche an den Extremitäten oder Ecken elektriſirter Körper wahrgenommen werden, beſtehen, wenn ſie in die freye Luft gehen, allezeit aus von einander weichenden Strahlen. Wenn aber ein nicht-elektriſcher oder leitender Körper ihnen nahe gehalten wird, ſo verliehren ſie einen großen Theil ihrer Divergenz. Ihre Strahlen werden ſogar bisweilen zuſammen laufend: ſie nähern ſich gegen einen ſolchen Körper, welcher der elektriſchen Materie einen leichtern Durchgang gewähret, als die atmoſphäriſche Luft. Wenn ſie endlich in einen luftleeren Raum übergehen, ſo nehmen ſie die Geſtalt eines großen, faſt zylindriſchen Lichtſtrahls oder einer Spindel an.

Der zwiſchen zwey Körpern entſtehende Funken iſt im Stande, entzündliche Materien in Feuer zu ſetzen.

Sechstes Kapitel.

Vom Donner und Bliz, von Meteoren, Waſſerhoſen u. ſ. w.

Theorie des Blitzes. — Beſchreibung eines Donnerwetters. — Beobachtungen über die Elektrizität der Atmoſphäre. — Kaltes Schmelzen der Metalle, ein gemeiner Irrthum. — Blitzableiter. — Wie man bey einem Donnerwetter ſicher ſeyn kann. — Anwendung der Elektrizität auf andre atmoſphäriſche Erſcheinungen. — Regen. — Hagel. — Schnee. — Meteore. — Waſſerhoſen. —

Die Naturforſcher ſtehen nicht mehr in Zweifel, daß die Urſache, von welcher der Donner abhängt, die nehmliche iſt, welche die gewöhnlichen Erſcheinungen der Elektrizität hervorbringt. Die Aehnlichkeit zwiſchen ihnen beyden iſt allerdings ſo groß, daß wir nicht anders als glauben können, daß der Donner blos eine größere, durch die Natur ohne die ſchwache Beyhülfe der menſchlichen Kunſt erregte Art von Elektrizität ſey. Dieſe Flüßigkeit iſt wahrſcheinlich durch die Atmoſphäre zu allen Zeiten, entweder in einem höhern oder geringern Grade, verbreitet, und wird gelegentlich, dem Zuſammentreffen natürlicher Umſtände gemäß, unſern Sinnen bemerklich.

Die Wolke, welche der Bliz und Donner verurſacht, kann als ein großer elektriſirter Körper angeſehen werden; allein wie iſt die Wolke zu ihrer elektriſchen Kraft gekommen? dies iſt die natürlichſte Frage eines nachdenkenden

Geiſtes. Um dieſer Unterſuchung eine Gnüge zu leiſten, wird es nöthig ſeyn, auf die im Vorhergehenden gemachte Bemerkung zu verweiſen, daß die Elektrizität auf eine doppelte Weiſe in Körpern hervorgebracht werden könne, durch Reiben und Mittheilung. Durch Reiben elektriſirte Körper theilen ihre Kraft andern dazu geſchickten Körpern, wenn ſie iſolirt ſind und ſich in einer ſchicklichen Entfernung von den erſtern befinden, mit. Da nun die Luft ein urſprünglich elektriſcher Körper iſt, ſo iſt es nicht unphiloſophiſch anzunehmen, daß beſonders bey ſtürmiſchem Wetter, zu welcher Zeit man gemeiniglich Wolken wahrnimmt und der Wind aus einer entgegengeſetzten Richtung mit dem Zuge der Wolken bläßt, ein Theil der Atmoſphäre, welcher ſich über den andern hinbewegt, verurſachen kann, daß die Luft durch die Reibung ihrer Theilchen an einander oder an Gegenſtänden auf der Oberfläche der Erde, worauf ſie bey ihrer Bewegung ſtoßen, oder vielleicht an den Wolken ſelbſt elektriſirt werde. Es iſt ferner wahrſcheinlich, daß die entzündbaren Subſtanzen, welche bis in die Gegend der Wolken ſich erheben und daſelbſt anhäufen, zur Verſtärkung ihrer Wirkungen, vielleicht durch die mit ſich fortgeführte elektriſche Materie, beytragen. Ein andrer Umſtand, welcher mich noch mehr zur Annahme dieſer Meinung geneigt macht, iſt dieſer, daß Donnerwetter zu ſolchen Zeiten und in ſolchen Gegenden, wo wir Grund haben zu behaupten, daß dieſe Ausdünſtungen ſich in der größten Menge in der Atmoſphäre befinden, zum Beyſpiele in heiſſen Jahreszeiten und Klimaten, desgleichen an ſolchen Orten, wo die Erde mit Subſtanzen angefüllt iſt, welche dieſe Ausdünſtungen in großer Menge von ſich geben, und insbeſondere in der Nachbarſchaft feuerſpeyender Berge, am häufigſten vorkommen und am fürchterlichſten ſind.

Eine Gewitterwolke kann als ein großer Leiter, welcher wirklich iſolirt und elektriſirt worden iſt, angeſehen werden; und man kann annehmen, daß ſie auf ſolche nicht

elektriſche Körper, welche ſie in ihrem Zuge antrifft, die nehmlichen Wirkungen äuſſern werde, welche unſre gewöhnlichen Leiter auf Körper haben, die ihnen nahe gebracht werden. Wenn eine ſolche Wolke mit einer andern, welche nicht, oder in einem geringern Grade, als ſie elektriſirt iſt, zuſammentrifft, ſo wird die in ihr enthaltene elektriſche Materie aus allen Theilen dieſer Wolke ausfließen; es werden Blitze und das fürchterliche Getöſe des Donners entſtehen.

„Gewitter, ſagt Beccaria, entſtehen im Allgemeinen, wenn wenig oder gar kein Wind geht, und ihre erſte Erſcheinung wird durch eine einzige oder mehrere dichte Wolken bezeichnet, welche ſehr ſchnell an Größe zunehmen und ſich in die höhern Gegenden der Atmoſphäre ziehen: ihre untere Oberfläche iſt ſchwarz und ganz eben, die obere hingegen iſt gewölbt und genau abgeſchnitten. Viele von dieſen Wolken ſcheinen oft über einander gethürmt, alle auf die nehmliche Weiſe gewölbt zu ſeyn: ſie verbinden ſich fortdauernd, ſchwellen immer mehr an und dehnen ihre Wölbungen aus.“

„Wenn eine ſolche Wolke aufſteigt, ſo iſt die Atmoſphäre meiſtentheils voll von einer großen Menge abgeriſſener, bewegungsloſer, ungleich und wunderbar geſtalteter Wolken. Alle dieſe ziehen, ſobald die Gewitterwolke erſcheint, nach dieſer hin, bekommen bey ihrer Annäherung eine gleichförmigere Geſtalt, bis ſie der Gewitterwolke ſehr nahe kommen, wo ihre Ränder ſich gegenſeitig gegen einander ausdehnen; hierauf vereinigen ſie ſich unmittelbar mit einander und bilden eine gleichförmige Maſſe. Allein bisweilen ſchwillt und wächst die Gewitterwolke ſehr ſchnell, ohne die Verbindung mit jenen fremden Wolken, indem die Dünſte der Atmoſphäre ſich ſelbſt überall, wo die Gewitterwolke vorüber zieht, zu Wolken bilden. Einige dieſer Beywolken erſcheinen an dem Rande der Gewitterwolke wie weiſſe Franzen: dieſe wird aber, ſo wie jene ſich ihr nähern oder mit ihr verbinden, immer dunkler und dunkler.“

„Wenn

„Wenn die Gewitterwolke zu einer beträchtlichen Höhe angewachſen iſt, ſo wird ihre untere Fläche oft ungleich, einzelne Theile trennen ſich gegen die Erde zu, hängen aber noch mit der übrigen Maſſe zuſammen. Bisweilen ſchwillt dieſe nehmliche Oberfläche in verſchiedene große Erhabenheiten auf, welche ſich gleichförmig gegen die Erde hin neigen. Wenn ſich das Auge unter der Gewitterwolke, nachdem ſie größer geworden iſt und eine gehörige Bildung erlangt hat, befindet, ſo ſieht man, daß die Wolke in der nehmlichen Zeit niederſinkt und auf eine auſſerordentliche Weiſe ſchwarz wird, in welcher man eine Menge kleiner Beywolken, deren Urſprung niemals bemerkt werden kann, in einer ſchnellen Bewegung erblickt, mit der ſie in ſehr ungewiſſen Richtungen unter der Gewitterwolke herumtreiben. Während dieſe Wolken auf das ſchnellſte umher getrieben werden, fällt der Regen meiſtentheils in der größten Menge, und wenn die Bewegung auſſerordentlich groß iſt, ſo hagelt es gewöhnlich."

„Während die Gewitterwolke größer wird, und ſich über einen großen Strich Landes erſtreckt, ſieht man den Blitz aus einem Theile derſelben in einen andern übergehen, und oftmals ihre ganze Maſſe erhellen. Hat die Wolke eine hinlängliche Größe erreicht, ſo bewegen ſich die Blitze an zwey entgegengeſetzten Stellen ſchnell zwiſchen der Wolke und der Erde, und der Gang des Blitzes erſtreckt ſich durch den ganzen Körper der Wolke und ihre Theile. Je länger dieſe Blitze anhalten, deſto ſeltener nimmt die Wolke an Größe zu, und deſto weniger ſchwarz wird ihr Anſehen, bis ſie endlich an mehrern Stellen zerreißt und ein klarer Himmel zum Vorſchein kommt."

Der nehmliche Naturforſcher glaubt, daß die Wolken als Leiter dienen, wodurch die elektriſche Materie von ſolchen Stellen der Erde, welche damit überladen ſind, zu jenen hingeführt wird, die einen Mangel daran haben.

Um zu beweiſen, daß die Erde in Rückſicht der Wolken oft an einem Theile poſitiv elektriſirt ſey, während ſie an einer andern Stelle eine negative Elektrizität beſitzt, macht er auf die großen Mengen von Sand und andern leichten Subſtanzen aufmerkſam, welche oftmals in die Luft emporgehoben und nachher über einen großen Strich Land gleichförmig weg geſtreut wurden, ungeachtet dazumal entweder kein Wind gieng, wodurch dieſe Erſcheinung hätte bewirkt werden können; oder wenn er auch gieng, ſo wurden ſie gegen den Wind getrieben. Er nimmt daher an, daß dieſe leichten Körper durch eine große Menge elektriſcher, aus der Erde hervorſtröhmender Materie in die Höhe geriſſen worden ſind.

Dieſe vergleichungsweiſe ſeltene Erſcheinung gewährt nach der Meinung eben dieſes Naturforſchers, ſowohl ein vollkommenes Bild, als einen unumſtößlichen Beweis von der Art und Weiſe, wie die Dünſte der Atmoſphäre in die Höhe ſteigen, um Gewitterwolken zu bilden. Wo die nehmliche elektriſche Materie nur immer ausſtröhmt, da zieht ſie die wäſſerigen, in der Atmoſphäre zerſtreuten Theilchen an ſich und führt ſie mit ſich in die höhern Regionen der Luft fort. Die elektriſche Materie ſteigt in die Höhe, weil ſie hier einen geringern Widerſtand, als in der Erde, die in dieſen Zeiten der Gewitter überhaupt ſehr trocken und folglich in einem hohen Grade elektriſch iſt, antrifft. Die Gleichförmigkeit, womit Gewitterwolken ſich ausbreiten und in Erhabenheiten aufſchwellen, muß theils davon, daß eine Urſache in ſie wirkt, die, gleich der elektriſchen Materie, ſich ſelbſt, wo ſie nur thätig iſt, gleichförmig verbreitet, theils von dem Widerſtande herrühren, welche ihnen bey ihrem Aufſteigen die Luft entgegenſetzt.

Die nehmliche Urſache, welche eine Wolke zuerſt aus den in der Atmoſphäre verbreiteten Dünſten zuſammenbringt, treibt auf dieſe Wolke ſolche, welche ſchon gebildet waren, zu, und läßt einige neue entſtehen, bis ſich die ganze

zuſammen vereinigte Maſſe ſo weit ausdehnt, daß ſie über einen Theil der Erde zuſtehen kommt, wo ſich ein Mangel an elektriſcher Materie befindet. Dahin wird ſie auch gezogen und alsdenn dient die Wolckenmaſſe als Leiter der elektriſchen Flüſſigkeit. Wann die Wolcken auf ihrem Zuge von ſolchen Theilen angezogen werden, welche einen Mangel an elektriſcher Materie leiden, ſo werden die abgeriſſenen Stücke, und auch jene gleichförmig gegen die Erde herabhängenden Erhabenheiten, die wahrſcheinlich die Urſache der Waſſerhoſen ſind, in der Gewitterwolcke entſtehen.

Allezeit bläßt ein Wind aus derjenigen Stelle des Himmels, woher die Gewitterwolke kommt, dieſer Wind iſt im Verhältniß mit der jählingen Erſcheinung der Gewitterwolke, der Schnelligkeit ihrer Ausdehnung, und der Geſchwindigkeit, womit ſie die Beywolken an ſich zieht, mehr oder weniger heftig. Die jählinge Verdichtung einer ſo ungeheuren Menge von Dünſten muß die Luft aus ihrer Stelle treiben und ſie nach allen Seiten in Bewegung ſetzen.

In drey Zuſtänden der Luft, ſagt der oben angeführte Schriftſteller, konnte ich keine Elektrizität in ihr bemercken: erſtlich bey windigem Wetter, zweytens wenn der Himmel mit getrennten und ſchwarzen Wolken, die ſich langſam bewegen, bedeckt iſt; drittens bey feuchter Witterung, wo es jedoch nicht merklich regnet.

Bey regnichter Witterung, ohne daß es zugleich leuchtete, war ſein Apparat allezeit kurz zuvor, ehe der Regen fiel, und während des Regens elektriſirt: er hörte aber ein wenig zuvor, ehe der Regen vorüber war, auf, ſich in dieſem Zuſtande zu befinden.

Je höher ſeine Stange zur Auffangung der atmoſphäriſchen Elektrizität reichte und je höher ſein Drache ſtieg, um deſto ſtärckere Beweiſe erhielt er von ihrer Elektrizität.

Die Wolcken ſind bisweilen poſitiv, bisweilen negativ elektriſirt. Im letztern Falle nimmt man nach der Frank-

kliniſchen Theorie an, daß der Blitz aus der Erde entſtehe und gegen die Wolken hingehe. Die allgemeinen Wirkungen des Blitzes ſind genau die nehmlichen mit den Wirkungen des elektriſchen Stoßes. Es wird nicht unſchicklich ſeyn, hier einen alten Irrthum anzuführen, nehmlich das kalte Schmelzen der Metalle durch den Blitz. Dieſer Irrthum gründet ſich auf einige nicht allzuſicher beſtätigte Erzählungen, daß der Blitz den Degen in der Scheide, und das Geld im Beutel geſchmolzen habe, ohne die Scheide oder den Beutel zu beſchädigen. Man hat viele Verſuche genau angeſtellt, um die Thatſache zu beſtätigen. Die Reſultate derſelben liefen dahin aus, daß der dünne Rand des Degens oder der Münze ſo augenblicklich geſchmolzen und eben ſo ſchnell wieder abgekühlt worden war, daß dadurch weder die Scheide, noch der Beutel beſchädigt wurde. Ein ſehr dünner Draht wird in der Flamme eines gemeinen Lichts augenblicklich geſchmolzen und erkaltet augenblicklich wieder.

Kinnersley ſchlos einen dünnen Draht in einen Federkiel ein, welcher mit einigen Körnern Schießpulver angefüllt war, das eben ſo Feuer fing als wenn es mit einem rothglühenden Eiſen berührt worden wäre. Zunder wurde angezündet, wenn er an ein Stück von dem nehmlichen Draht befeſtiget worden war. Allein die nemlichen Wirkungen ließen ſich mit einem zwey Mal ſo dicken Draht nicht bewerkſtelligen. Daher ſcheint es nach Kinnersley's Bemerkung, daß das elektriſche Feuer, ob es gleich in dem Zuſtande der Ruhe keine merkliche Wärme äußert, dennoch bey ſeinem Durchgange durch Körper Hitze hervor bringt, woſern dieſe Körper nur hinlänglich dünn ſind. Daher werden die Theilchen dieſer Materie, bey ihren Durchgange durch den dünnen Draht, in einen engern Weg hinein gedrängt, und wircken, weil ſie näher an einander gedrängt werden, mit deſto größerer Gewalt und verurſachen eine merkliche Hitze *).

*) Man ſ. *Priſtley's* hiſtor. of Electricity p. 394.

D. Franklin's Entdeckung, daß der Bliß und die elektriſche Flüſſigkeit miteinander völlig überein kämen, lieferte uns eine Erfindung, wofür wir dieſem Naturforſcher ſehr verbunden ſeyn müſſen, nehmlich unſre Gebäude vor dem fürchtlichſten Feinde derſelben zu ſichern. Der Leſer wird einſehen, daß ich die Wetterableiter im Sinne habe

Man nehme an, daß Fig. 4. Taf. 16. die Giebelſeite eines Haußes vorſtelle, welche ſenkrecht auf dem Horizontalen Brete FG ſteht. Ein viereckiges Loch iſt bey hi in dieſer Giebelſeite angebracht, worin ein gleichgeſtaltetes Stück Holz geſtellt iſt, das einen diagonal eingelegten Metalldraht enthält. Nun befeſtigt man zwey andere Drähte A und B, wovon ſich das obere Ende des leztern in der einen Ecke des viereckigen Loches, das untere Ecke des erſtern hingegen in der überzwerg liegenden Ecke endiget. Die metallene Kugel kann abgenommen werden, um gelegentlich das ſpitzige Ende des Drahtes A dem elektriſchen Schlage auszuſetzen.

Verſuch.

Man bringe eine Erſchütterungsflaſche mit ihrem Knopfe in Verbindung mit dem erſten Leiter, ihren Boden aber mit dem Hacken H. Alsdann lade man die Flaſche und ſtelle die Kugel unter den erſten Leiter. Die Flaſche wird durch eine Exploſion aus dem Leiter auf die Kugel des Haußes entladen werden. Da die Drähte und die Kette überall miteinander zuſammenhängen, ſo wird die Ladung der Flaſche in die äuſſere Belegung der Flaſche übergehen, ohne das Haus zu beſchädigen. Wenn oder das viereckige Stückchen Bret ſo geſtellt wird, daß ſeine Richtung von h nach i geht, wodurch die metallene Leitung unterbrochen worden iſt, ſo wird die elektriſche Materie, bey ihrem Uebergange in die äuſſere Seite der Flaſche, das Stückchen Holz auf eine beträchtliche Weite durch die Seitenkraft des elektriſchen Schlages wegſchleudern.

Man ſchraube die Kugel ab, und laſſe die in ihr verborgene Spitze dem erſten Leiter entgegen ſtehen: dann wird man nicht im Stande ſeyn, die Erſchütterungsflaſche zu laden, weil die ſcharfe Spitze die elektriſche Materie aus dem erſten Leiter ſtill abgeführt und in die äuſſere Fläche der Flaſche überleitet.

Der erſte Leiter ſtellt in dieſem Verſuche eine Gewitterwolcke vor, welche ſich ihrer Materie gegen einen Wetterhahn oder einen andern metallenen, auf dem Firſten eines Gebäudes angebrachten Körpers entladet. Aus dieſem Verſuche kann gefolgert werden, daß das Gebäude nicht vom Blitze beſchädiget werde, wenn an demſelben eine metallene Leitung befindlich iſt, um die elektriſche Materie aus den Wolken in die Erde über zu führen. Wann aber dieſe Leitung irgendwo unterbrochen iſt, ſo wird der Blitz daſelbſt eine Sprung machen und folglich das ganze Gebäude beſchädigen.

Erhabene, an den Häuſern zu ihrem Schutze vor dem Einſchlagen des Blitzes angebrachte Leiter werden auf dieſe Art die Elektrizität aus einer über ihnen weggehenden Wolcke heraus ziehen, und es wird durch einen zugeſpitzten Leiter eine gröſſere Menge von elektriſcher Materie in die Erde übergehen, als durch einen ſolchen, welcher in eine Kugel auslauft. Ob aber die Entladung der Wolcke durch einen allmähligen Strohm, oder durch eine Exploſion erfolge, das hängt von der Geſchwindigkeit der Entladung, von der Nähe und Bewegung der Wolcke und der Menge der in ihr enthaltenen Elektrizität ab. Wenn eine kleine Wolcke unter einer groſſen und mit Elektrizität geladenen hängt, ſo werden zugeſpitzte Ableiter an einem Gebäude unter dieſer Wolcke eher, als die mit einer Kugel oben verſehenen, die Entladung durch eine Exploſion bewerckſtelligen, indem die kleine Wolcke eine Unterbrechung bildet, die der Entladung blos einen Augenblick Zeit geſtattet *).

*) Man ſ. Adams eſſay on electricity p. 186.

Der Viſcount Mahon, jetziger Earl Stanhope, hat in ſeiner Abhandlung über dieſen Gegenſtand *) das Publikum mit einigen weſentlichen Umſtänden bekannt gemacht, welche bey Errichtung von Gewitterableitern an Gebäuden in Obacht genommen werden müſſen. Er giebt nemlich den Rath, daß die obern funfzehen bis zwanzig Zolle der Auffangsſtange aus Kupfer, nicht aus Eiſen gemacht werden ſollten, weil das letztere, der Witterung ausgeſetzt, roſte, und der Roſt die Elektrizität nicht leite; daß ferner der eiſerne Theil des Ableiters, aber nicht das obere Ende deſſelben mit Oelfarbe übermacht ſeyn müſſe, weil der überſtrichene Theil nicht leite. Er rathet ferner, daß das obere Ende des Leiters nicht allein genau und ſehr ſcharf zugeſpitzt, ſondern auch ſtarck, ungefehr zehn bis funfzehn Fuß über alle zunächſt gelegene Theile des Gebäudes hervor ragend, ſeyn müſſe. Es kann zu dieſen Regeln noch folgende geſetzt werden, daß ein Wetterableiter allezeit in die Erde, einige Fuß unter den Grund des Gebäudes, und wo möglich, in Waſſer geführt werden müſſe.

Der ſicherſte Ort während eines Donnerwetters iſt der Keller. Denn wenn ſich eine Perſon unter der Erde befindet, ſo muß der Blitz, ehe er die erſtere erreicht, erſt die Oberfläche der letztern treffen, und wird ſich höchſt wahrſcheinlich auf derſelben verbreiten. D. Franklin giebt Perſonen, welche ſich vor dem Blitze fürchten, den Rath, daß ſie ſich mitten in ein Zimmer, nicht unter einen metallenen Kronleuchter oder einen andern metallenen Körper ſetzen, und eine Kette unter ihre Füſſe legen ſollen. „Es wird noch ſichrer ſeyn, ſetzt dieſer Schriftſteller hinzu, zwey oder drey Betten oder Matrazen in die Mitte der Stube zu ſchaffen, und nachdem ſie doppelt zuſammen gebogen worden ſind, die Ketten darauf zu legen„. Ein an ſeidenen Schnüren hängendes Bett würde noch eine Ver-

*) Man ſ. Princip. of electricity p. 105.

vollkommung dieſes Apparats ſeyn. Perſonen, welche ſich im Freyen befinden, müſſen freye, offene Plätze dem Schutze der Bäume vorziehen und ſo weiter. Die Entfernung eines Gewitters, und folglich die Gefahr iſt nicht ſchwer zu beſtimmen. Da das Licht zwey und ſiebzig tauſend vierhundert und zwanzig franzöſiſche Meilen in einer Sekunde durchläuſt, ſo kann man die Wirkungen derſelben innerhalb einer mäßigen Entfernung als augenblicklich anſehen. Der Schall hingegen durchläuft in der nehmlichen Zeit nur eilfhundert und zwey und vierzig Schuh oder ungefähr dreyhundert und achtzig Yards. Wenn man daher die Zeit genau bemerckt, welche zwiſchen dem Blitze und dem Geräuſche des darauf folgenden Donners verſtreicht, ſo kann die Entfernung des Gewitters ſehr genau beſtimmt werden und ich kenne kein beßrers Mittel, alle unnöthige Furcht zu entfernen.

Der glückliche Erfolg, womit Doktor Franklin die Urſache des Donners und Blitzes ausmittelte, veranlaßte nachher andere Naturforſcher, die nehmliche Theorie zur Erklärung andrer Lufterſcheinungen anzuwenden. Der unermüdliche Beccaria unternahm, nach einer beträchtlichen Menge von Beobachtungen, die Entſtehung der Dünſte und des Regens aus elektriſchen Principien zuerklären, und man muß geſtehen, daß, wenn die Elektrizität auch nicht die vorzüglichſte Urſache dieſer Naturerſcheinungen iſt, es doch vorſchnell ſeyn würde, ihr allen Einfluß darauf gänzlich abzuſprechen. Dieſer Naturforſcher nimmt an, daß vor dem Regen eine Menge elektriſcher Materie ſich von der Erde losreißt, und bey ihrem Aufſteigen in höhere Regionen der Luft eine große Menge von Dünſten ſammle und fortführe. Die nehmliche Urſache, welche dieſe Dünſte ſammlet, wird ſie auch immer mehr und mehr verdichten, bis ſie endlich da, wo ſie am wenigſten von einander abſtehen, meiſtens mit einander dergeſtalt in eine unmittelbare Berührung kommen, daß ſie kleine Tropfen bilden,

welche ſich während ihres Falls miteinander verbinden und als Regen herab kommen. Er behauptet, daß der Regen in dem nehmlichen Verhältniß, in welchen die Elektrizität ſtärker iſt, ſchwerer falle.

Hagel entſteht, nach der Meinung Beccaria's, in den höhern Gegenden der Luft, wo die Kälte ſehr ſtarck, und die elektriſche Materie ſehr häufig iſt. In dieſen Umſtänden wird eine große Menge von wäſſerigen Theilen einander näher gebracht; ſie frieren und verbinden ſich in ihrem Falle mit andern Theilchen dergeſtallt, daß die Dichte der Subſtanz eines Hagelkorns vom Mittelpunkte an immer mehr und mehr abnimmt, indem dieſer in den höhern Regionen, die Oberfläche hingegen in der untern gebildet worden iſt. Dieſem zu Folge bemerkt man, daß in hohen gebürgigen Gegenden Hagelkörner und Regentropfen ſehr klein ſind, weil ſie hier nur einen kleinen Raum haben, wodurch ſie fallen können.

Schneewolcken ſind in keinem andern Stücke von Regenwolcken unterſchieden, als in dem Umſtande der Kälte, welche die wäſſerigen Theile der erſtern zum Gefrieren bringt. Sowohl die regelmäſſige Verbreitung des Schnees, als die Regelmäſſigkeit in der Bildung jedes einzelnen Schneeflockens beweißt, daß eine gleichförmige Urſache, zum Beyſpiele die Elektrizität, auf die Schneewolcken wirken müſſe *).

Mit dieſer Theorie ſtimmt die Thatſache genau zuſammen, daß Dämpfe ſich niemals zu einer beträchtlichen Höhe erheben, ohne Lufterſcheinungen hervor zubringen. Meiſtens alle vulkaniſche Erſcheinungen ſind mit Blitzen vergeſellſchaftet. Die Dampfſäule, welche aus dem Trichter eines feuerſpeyenden Berges emporſteigt, wird beſtändig durch Blitze durchkreuzt, welche bisweilen aus den höhern Regionen der Atmoſphäre herab zu kommen, bisweilen in der Dampfſäule ſelbſt zu entſtehen ſcheinen. Dieſe Blitze wur-

*) Man ſ. *Prieſtley's* hiſt. of electricity vol. I.

den ſchon vom jüngern Plinius bey demjenigen Ausbruche des Veſuvs, der ſeinen Vetter tödete, beobachtet, und Hamilton hat ſie ebenfalls verſchiedene Male bemerckt. Von dem Nordlichte nimmt man ebenfalls allgemein an, daß es elektriſchen Urſprungs ſey; ſein Licht ſcheint von der elektriſchen Flüſſigkeit hervor gebracht zu werden, weil es verdichtet wird, wenn es durch Säulen empor geſtiegenen Dämpfe hindurch geht *).

*) Adams beſchreibt dieſe Lufterſcheinung in ſeinen Vorleſungen auf folgende Weiſe: " die Erſcheinungen des Nordlichts „ kommen unter vier verſchiedenen Beſchreibungen vor. Erſtens als ein horizontales Licht, wie die Morgenröthe, oder „ der Anbruch des Tages. Zweytens als ſchöne, dünne, „ leuchtende, genau begränzte Balcken von einem dichten Lich„ te. Dieſe dauren oft eine Viertel-, halbe, ja auch eine ganze Minute, dem Anſcheine nach in Ruhe, aber öfter mit ei„ ner ſchwachen Seitenbewegung. Drittens als ſpitzige, „ aufwärts oder auch in der nehmlichen Richtung mit den vor„ her beſchriebenen Balcken, auf welche ſie allezeit folgen, lau„ fende Flammen. Dieſe haben beſtändig nur eine augen„ blickliche Dauer und keine Seitenbewegung, allein ſie kom„ men überhaupt mehrere Male in einer Minute zum Vor„ ſchein. Sie erſcheinen von einer größern Breite, und be„ ſitzen weder eine ſo ſcharfe Umgränzung, noch ein ſo lebhaftes „ Licht, als die Balcken. Sie nehmen allmählig ab, bis ſie „ ganz verſchwinden. Bisweilen dauern ſie Stunden lang, „ indem ſie von Zeit zu Zeit und in Zwiſchenräumen in die „ Höhe ſchlagen. Viertens als Bögen, genau in der Ge„ ſtalt des Regenbogens: ſie gehen quer an dem Himmel hin, „ von einem Punkt des Horizonts bis zu dem entgegen geſetz„ ten ".

„ Wenn ein Nordlicht entſteht, ſo ſcheinen dieſe Erſcheinun„ gen auf einander in folgender Ordnung zu folgen: erſtlich, „ ſchwache Regenbogenartige Bogen; zweytens Balcken; drit„ tens Flammen. Was das nördliche horizontale Licht anbe„ langt, ſo ſcheint es in einer großen Menge von Flammen

Es iſt ſchon angeführt worden, daß Waſſerhoſen zu den Naturerſcheinungen gehören, welche einige Naturforſcher aus elektriſchen Grundſätzen zu erklären geſucht haben. Eine Waſſerhoſe iſt eine ſehr furchtbare Naturerſcheinung, und allerdings im Stande, große Verwüſtun-

„ oder Balcken zu beſtehen, welche wegen des Standes des Beobachters mit einander gleichſam vermiſcht werden“.

„ Die Balcken des Nordlichts ſcheinen an allen Stellen Bogen von großen Zirckeln zu ſeyn, in deren Mittelpunkte ſich das Auge des Beobachters befindet: dieſe Bogen werden, wenn ſie aufwärts verlängert werden, ſich alle in einem einzigen Punkte vereinigen „.

„ Die Regenbogen ähnlichen Bogen durchkreutzen alle den magnetiſchen Meridian unter rechten Winckeln. Wenn zwey oder mehrere auf einmal erſcheinen, ſo ſind ſie concentriſch und erſtrecken ſich von Oſten nach Weſten: auch der breite Bogen des horizontalen Lichts erſtreckt ſich oſt- und weſtwärts, und wird von dem magnetiſchen Meridian in zwey Hälften getheilt. Und wenn ſich das Nordlicht über einen Theil unſrer Halbkugel, er mag nun groß oder klein ſeyn, verbreitet, ſo iſt die Linie, welche den erleuchteten Theil der Halbkugel von dem übrigen abſchneidet, die halbe Circumferenz eines großen Kreiſes, welcher den magnetiſchen Meridian unter einem rechten Winkel durchſchneidet und ſich in Oſten und Weſten endiget. Feuer ſind diejenigen Balcken, welche auf dem Horizont ſenkrecht aufſtehen, einzig und allein ſolche, welche vom magnetiſchen Meridian herkommen“.

„ Derjenige Punkt an dem Himmel, gegen welchen ſich die Balcken des Nordlichts auf irgend eine Stelle der Erde hinzuneigen ſcheinen, iſt der nehmliche, auf welchen an dieſer nehmlichen Stelle der Südpol der Inclinations-Nadel hinweiſet“.

„ Die Balcken ſcheinen ſich übereinander nach und nach zu erheben, ſo daß immer von zwey Balcken derjenige, deſſen Grundlage höher iſt, auch die Spitze höher hat“.

gen anzurichten. Sie entſteht gemeiniglich aus einer ſehr ſchmalen Wolcke, welche von den Seefahren die Windsbraut (ſqual) genennt wird, in kurzer Zeit zu einer ungeheuren Wolcke von einer cylindriſchen, oder auch einem umgekehrten Kegel ähnlichen Geſtalt anſchwillt, ein Getöſe, wie die unruhige See zu verurſachen pflegt, bisweilen Donner und Blitze, und große Mengen von Regen oder Hagel von ſich giebt, welche im Stande ſind, große Schiffe zu überſchwemmen, endlich Bäume und Häußer und jeden Gegenſtand, der ſich ihrer heftigen Gewalt widerſetzt, über den Haufen wirft.

Dieſe Waſſerhoſen kommen häufiger auf der See, als auf dem feſten Lande vor, und die Schiffer ſind ſo ſehr von ihren gefährlichen Folgen überzeugt, daß ſie es, wenn ſie ihre Annäherung wahrnehmen, oft wagen, dieſes Meteor, bevor es ſich ihren Schiffen zu ſehr nähert, durch Abfeuerung von Kanonen zu zerſtöhren. Auch auf dem feſten Lande haben die Waſſerhoſen bekannter maſſen die gröſten Verwüſtungen angerichtet, ob ſie gleich hier im Allgemeinen, wo kein Waſſer ſich in ihrer Nähe befindet, die unſchädliche Geſtalt von einem Wirbelwinde annehmen.

Man hat, um dieſe Naturerſcheinung aus elektriſchen Grundſätzen zuerklären, bemerkt, daß die ausſtröhmende Materie von einem wirklich elektriſirten Körper gegen einen, welcher dieſes nicht iſt; die zufließende Materie hin-

„ Jeder Balcken ſcheint an oder nahe an ſeiner Grundfläche „ am breiteſten zu ſeyn, und immer ſchmäler zu werden, ſo „ wie er in die Höhe ſteigt; dergeſtalt daß die begrenzenden „ Linien derſelben, wenn ſie verlängert würden, in einen ge„ meinſchaftlichen Mittelpunkte zuſammen treffen, gegen wel„ chen die Balcken hingehen“.

„ Die Höhe der Regenbogen ähnlichen Bogen des Nord„ lichts iſt von Dalton ungefehr hundert und funfzig engli„ ſche Meilen über der Oberfläche der Erde geſchätzt wor„ den“. Man ſ. *Adams's* Lectures vol. IV. p. 542.

gegen von einer nicht elektriſirten Subſtanz gegen eine, welche ſich in einem wirklich elektriſirten Zuſtande befindet, hingeht. Dieſe zwey Ströhme verurſachen zwey Bewegungen, die mit der elektriſchen Anziehung und Zurückſtoſſung überein kommen. Wenn der Strohm der ausfließenden Materie ſtärker als der Strohm der zufließenden iſt, welcher in dieſem Falle aus den aus der Erde ausgedünſteten Theilchen beſteht, ſo werden die Theilchen der Dünſte, welche die Wolken ausmachen, von dieſer ausfließenden Materie angezogen, und bilden die zylindriſche Säule, welche mit dem Nahmen der niederſteigenden Waſſerhoſe belegt wird. Wenn im Gegentheile die zufließende Materie ſtärker iſt, ſo zieht ſie eine hinreichende Menge von wäſſerigen Theilchen an ſich und bildet dadurch allmählig eine Wolke. Dann heißt ſie gewöhnlich die aufſteigende Waſſerhoſe.

Indeſſen haben andre Naturforſcher eine verſchiedene Erklärung dieſer Naturerſcheinung gegeben, von welcher ich ſchicklicher in dem Folgenden dieſes Werkes, wo von der Natur und den Eigenſchaften der Luft gehandelt werden wird, handeln werde *). Unterdeſſen will ich eine kurze Beſchreibung von einer dieſer wunderbarſten Erſcheinungen mittheilen, welche der berühmte Tournefort in ſeiner Reiſe in die Levante gegeben hat.

*) Nicholſon, welcher beide Theorien vorgetragen hat, theilt noch folgende Beobachtungen mit, welche die Hypotheſe, daß dieſe Erſcheinungen von der Elektrizität herzuleiten ſeyen, gar ſehr beſtätigen. „Man hat von den Waſſerhoſen bemerkt, daß „das Zuſammentreffen von Winden und die darauf folgende „Bewegung derſelben eine Haupturſache der Hervorbringung „dieſer Wirkungen geweſen iſt. Allein es giebt auch noch Er„ſcheinungen dabey, welche ſich ſchwerlich erklären laſſen, „wenn man annimmt, daß dies die einzige Urſache derſelben „ſeyn ſolle. Sie verſchwinden oft und erſcheinen ſogleich an „derſelben Stelle wieder; man hat zuweilen weißliche oder „gelbliche Flammen ſich mit erſtaunenswürdiger Geſchwindig-

„Das erſte, erzählt dieſer merkwürdige Reiſende, „was wir ſahen, ereignete ſich ungefehr einen Büchſen„ſchuß von unſerm Schiffe. Wir bemerkten, daß hier das „Waſſer in eine ſiedende Bewegung gerieth, und ungefehr „einen Fuß über die Fläche bey ſtillem Waſſer in die Höhe „ſtieg. Das Waſſer war in Bewegung und von weißlicher „Farbe; und über ſeiner Oberfläche ſtand eine Rauchſäu„le, dergleichen von feuchtem Stroh, ehe es in Flam„me geräth, in die Höhe ſteigt. Es machte eine Art von „murmelndem Geräuſche, wie von einem reiſſenden Stroh„me, den man aus der Ferne hört; zu gleicher Zeit war „dieſes Geräuſche mit einem Ziſchen verbunden, derglei„chen Schlangen von ſich hören laſſen. Kurz darauf nah„men wir wahr, daß dieſe Rauchſäule mit äuſſerſter Schnel„ligkeit in einer wirbelnden Bewegung gegen die Wolken „aufſtieg. Sie ſchien von der Dicke eines Fingers zu ſeyn: „das zuvor gehörte Geräuſch dauerte noch fort. Als ſie nach „einer Dauer von acht Minuten und nachdem ſie ſich nach „der entgegengeſetzten Himmelsgegend hin gewendet hatte,

„keit um dieſelben bewegen ſehen, ſo wie man gleichfalls „beobachtet hat, daß Wirbelwinde den Apparat ſehr ſtark elek„triſiren. Die Zeit ihrer Erſcheinung fällt meiſtens in diejenigen Monate, welche den Donnerwettern ſehr unterworfen „ſind, und die Erfahrung lehrt, daß gewöhnlich Blitze vor „ihnen hergehen, ſie begleiten, oder auf ſie folgen, indem in „beyden Fällen der vorhergegangene Zuſtand der Luft auf glei„che Weiſe beſchaffen iſt. Auch iſt die lang eingeführte Ge„wohnheit, nach welcher die Matroſen ihnen ſcharfe Schwerd„ter entgegen halten, um ſie zu zerſtreuen, kein unwichtiger „Umſtand, welcher für die Hypotheſe, daß ihr Urſprung elek„triſch ſey, ſpricht. Vielleicht iſt die aufſteigende Bewegung „der Luft, wodurch der Wirbel erregt wird, mit dem Stroh„me einerley, welcher bekanntlich ſich aus elektriſchen Spitzen „ergießt, da die Hervorragung in der See eine etwas zuge„ſpitzte Form hat. Ein elektriſirter Tropfen Waſſer kann über „die Erſcheinung viel Licht verbreiten.“ Man ſ. *Nicholſon's* philoſ. Vol. II. p. 361.

„verſchwunden war, nahmen wir eine andre wahr, welche
„auf die nehmliche Weiſe, wie die erſte, entſtand. Gleich
„darauf kam eine dritte in Weſten zum Vorſchein, und
„nahe dabey eine vierte. Die weiteſte von dieſen drey-
„en konnte nicht über einen Muſketenſchuß vom Schif-
„fe entfernt ſeyn. Sie glichen alle eben ſo vielen ange-
„zündeten Haufen von naſſem Stroh, welche zu rauchen
„und das nehmliche Geräuſch, wie zuvor, zu verurſa-
„chen anhielten. Wir bemerkten bald darauf, daß eine
„jede ſich mit ihrem Kanale in die Wolken erhob, und da,
„wo ſie die Wolke berührte, ſich wie die Mündung
„einer Trompete ausbreitete, und um mich recht deutlich
„zu erklären, eine ſolche Geſtalt annahm, als ob der
„Schwanz eines Thieres an dem einen Ende durch ein Ge-
„wicht gezogen würde. Dieſe Kanäle ſahen weißlich aus,
„und dieſe Farbe verdankten ſie, meines Erachtens, dem
„darin enthaltenen Waſſer. Denn zuvor ſchienen ſie leer
„zu ſeyn, und die Farbe von durchſichtigem Glaſe zu beſitz-
„zen. Die Richtung dieſer Kanäle, war nicht gerade, ſondern
„hier und da gebeugt und anſtatt ſich ſenkrecht zu erſtrecken
„erhoben ſie ſich unter einer ſehr ſtarken Neigung zu ihren
„Wolken. Ein ſehr ſonderbarer Umſtand war folgender:
„als die Wolke, nach welcher die eine Waſſerhoſe zu ge-
„kehrt war, durch den Wind fortgetrieben wurde, fuhr
„die Waſſerhoſe immer fort, ihrer Bewegung zu folgen,
„ohne zerriſſen zu werden, und als ſie hinter einer von
„den andern vorbey gieng, durchkreuzten ſich die Waſſer-
„hoſen nach Art eines Andreaskreuzes einander. Zu An-
„fange waren ſie alle ungefehr ſo dick, als ein Finger,
„ausgenommen an der Spitze, wo ſie mehr Breite beſaſ-
„ſen und wo zwey von ihnen verſchwanden. Aber bald
„darauf nahm von den dreyen die letzte beträchtlich zu und
„ihr Kanal, welcher zuerſt ſo klein war, wurde bald ſo
„dick, als ein Arm; hierauf ſo dick, als der Schenkel und
„zuletzt dicker, als der ganze Körper eines Menſchen. Wir
„ſahen durch dieſen durchſichtigen Körper das Waſſer ſehr

„deutlich, welches mit einer Art von ſpiralförmiger Be-
„wegung aufſtieg. Zuweilen verlohr er ein wenig von
„ſeiner Dicke, bekam aber die vorige Dicke hernach wie-
„der. Manchmal erweiterte er ſich oben, bisweilen un-
„ten, übrigens glich er vollkommen einem Darme, wel-
„chen man mit Waſſer angefüllt hat, und mit den Fingern
„drückt, um die Flüßigkeit zum Steigen oder Fallen zu
„bringen. Ich bin überzeugt, daß dieſe Veränderung in
„der Waſſerhoſe von dem Winde herrührte, welcher auf
„die Wolke drückte und ſie nöthigte, das, was ſie enthielt,
„fahren zu laſſen. Nach einiger Zeit hatte ſich der Um-
„fang der Waſſerhoſe ſo vermindert, daß ſie wiederum
„nicht dicker, als der Arm eines Menſchen war, und in-
„dem ſie ſo bald anſchwell, bald ſich wieder zuſammenzog,
„wurde ſie zuletzt ſehr klein. Endlich beobachtete ich, daß
„die See, welche ſich um die Waſſerhoſe herum erhoben
„hatte, ſich nach und nach wieder zur Horizontalfläche her-
„abſenkte, und daß das Ende des Kanals, welches die
„Oberfläche der See berührte, eben ſo klein wurde, als,
„ob es mit einem Stricke zuſammen geſchnürt worden wäre.
„Dieſes dauerte ſo lange fort, bis das durch die Wolke
„fallende Licht uns dieſes Schauſpiel entzog. Ich fuhr je-
„doch immer noch fort hinzuſehen, weil ich erwartete, daß
„die Theile der Waſſerhoſen ſich wieder vereinigen würden,
„wie ich zuvor bey einem von den andern Fällen beobach-
„tet hatte, wo die Waſſerhoſe mehr als einmal zerriß
„und ſich deſſen ungeachtet wieder ergänzte. Allein ich
„ſahe mich in meiner Erwartung getäuſcht: denn die Waſ-
„ſerhoſe kam nicht wieder zum Vorſchein.“

Siebentes Kapitel.

Mediciniſche Elektrizität.

Erklärung des Abts Nollet über dieſen Gegenſtand. — Adams, ein Vertheidiger der mediciniſcher Elektrizität. — Art und Weiſe von ihr Gebrauch zu machen. — Krankheiten ꝛc in welchen die Elektrizität angewendet werden kann. — Der ſchicklichſte Apparat zu mediciniſchen Abſichten.

Des Abts Nollet Erklärung, die Entdeckung, daß die Bewegung der Flüßigkeiten in Haarröhrchen und die unmerkliche Ausdünſtung thieriſcher Körper durch die Elektrizität vermehrt werde, mache ihm mehr Vergnügen, als irgend eine andre Entdeckung, auf die er gekommen ſey, zeigt ſeinen Charakter als Menſchenfreund in dem vortheilhafteſten Lichte.

Adams, ein eben ſo warmer Menſchenfreund, als der franzöſiſche Naturforſcher, iſt ein ſtrenger Vertheidiger der arzneylichen Wirkungen der Elektrizität, und beruft ſich, um ſeine Behauptung darzuthun, auf die anerkannte Eigenſchaft der elektriſchen Flüßigkeit, das Wachsthum der Pflanzen zu beſchleunigen.

In der That können wir uns durch ſehr viele Verſuche überzeugen, daß die elektriſche Flüßigkeit mit der Oekonomie des thieriſchen Körpers weſentl ch verbunden iſt, und ihren Einfluß darauf ohne Aufhören äuſſert. Da das natürliche Gleichgewicht dieſer Flüßigkeit ſich in dem menſchlichen Körper leicht aufheben läßt, ſo kann man daraus

mit Grund ſchließen, daß eine jede Aenderung in der Menge oder in der Stärke der Wirkung dieſer mächtigen Flüſſigkeit auch verhältnißmäſige Veränderungen in der Beſchaffenheit oder Geſundheit des Körpers hervorbringen wird. Folgender Verſuch beweiſet die Wirkung dieſer Flüſſigkeit auf organiſirte Körper.

Man laſſe die Ladung einer großen Flaſche oder Batterie von dem Kopfe nach dem Rücken einer Maus gehen. Iſt der Schlag ſtark genug, ſo wird das Thier dadurch getödtet. Veranſtaltet man die Entladung auf dieſelbe Weiſe nach dem Tode des Thieres, ſo geht die Flüßigkeit ſichtlich über den Körper hinweg, und nicht durch ihn hindurch. Aus dieſem Umſtande kann man ſchließen, daß die Kraft oder der Mittelkörper, welcher den Schlag durch das Thier hindurch leitete, mit dem Leben deſſelben verlohren gegangen ſey.

Der verſtorbene Dr. Cullen war der Meinung, die Elektrizität ſey, wenn man ſie gehörig anwende, ein höchſt wirkſames reizendes Mittel, deſſen man ſich nur immer bedienen könne, um auf das Nervenſyſtem der Thiere zu wirken.

Adams ſchließt daher aus verſchiedenen Verſuchen, daß die Elektrizität bey Schlagflüſſen, Rheumatiſmen, Wechſelfiebern, Krämpfen, Verſtopfungen und Entzündungen anwendbar ſey, auch in chirurgiſchen Zufällen, ſezt er hinzu, äuſſert die elektriſche Flüßigkeit ſehr gute Wirkungen.

Ferner zählt man die Gicht, die Skropheln und Kröpfe unter diejenigen Krankheiten, wo dieſes Mittel anwendbar iſt, und man hat allen Grund zu vermuthen, daß es im Anfange dieſer Krankheiten mit Vortheil gebraucht werden könne.

Neuere Elektriker haben verſchiedene Methoden ausgedacht, um die elektriſche Materie bey Krankheiten als Heilmittel zu gebrauchen.

Man kann jetzt einen Strohm dieſer Flüßigkeit ohne einen Schlag durch irgend einen Theil des Körpers leiten. Man kann ſie auf jeden Theil bringen oder aus jedem herauslocken. Man kann die Wirkung derſelben in jedem Falle nach Erforderniß abändern, indem man ſie durch Materien hindurch gehen läßt, welche ihrem Durchgange in verſchiedenen Graden widerſtehen. Man kann ſie ferner entweder auf die nackten Theile, oder auf die mit verſchiedenen widerſtehenden Subſtanzen bedeckte Haut anbringen. Endlich kann man ihre Kraft verdünnen oder verdichten; auf eine Stelle einſchränken oder ausbreiten, je nachdem es die Abſicht des Elektrikers mit ſich bringt.

Der ſchicklichſte Apparat für dergleichen mediciniſche Operationen beſteht aus einer elektriſchen Maſchine und einem iſolirten Reibezeuge, welches gehörig eingerichtet iſt, um einen anhaltenden Strohm der elektriſchen Materie herzugeben.

Adams hat dieſen Apparat nicht blos beſchrieben und abgebildet, ſondern auch zum öffentlichen Gebrauch nach einem Plane verfertiget, welchen Birch in ſeinen Vorleſungen praktiſchen Aerzten empfohlen hatte *).

Da es mir an Erfahrungen über dieſen Gegenſtand völlig fehlt, ſo bin ich ſchlechterdings nicht im Stande, ein entſcheidendes Urtheil über die Wirkſamkeit dieſes Heilmittels zu fällen. Gewiß iſt es ein kräftiges Wirkungsmittel in der Natur, aber die Wirkungen deſſelben ſind vorüberge-

*) Man ſ. *Adams's* Eſſay p. 323.

hend, und die Leichtigkeit, womit es den menſchlichen Kör-
per durchdringt, ſcheint mir ein Hinderniß zu ſeyn, daß
es keine dauerhaften Wirkungen hervorbringen kann. In-
deſſen läßt ſich wohl ſo viel mit Grund behaupten, daß es
ein ſicheres und leichtes Arzneymittel iſt, und daher nie-
mals bey Seite geſetzt werden ſollte, wo es vielleicht gute
Dienſte leiſten kann. Nur vergeſſe man nicht, daß blos
Aerzte entſcheiden können, wenn es anwendbar iſt, und
man erinnere ſich, daß die ſicherſten und unſchädlichſten Arz-
neyen in unerfahrnen Händen die ſchlimmſten Folgen ha-
ben können.

Fünftes Buch.

Von der Luft.

Erſtes Kapitel.

Geſchichte der Entdeckungen in der Lehre von der Luft.

Unbeſtimmte Begriffe der ältern Scheidekünſtler. — Van Helmont. — Stick- und Feuerdampf. — Boyle. — Entdeckungen von Hales. — Von Doktor Black. — Von Doktor Prieſtley. — Von Cavendiſh. — Von Lavoiſier. — Lebens- oder dephlogiſtiſirte Luft, von Prieſtley entdeckt. — Die Zuſammenſetzung des Waſſers und der Salpeterſäure von Cavendiſh entdeckt. —

Diejenigen luftförmigen Flüßigkeiten, welche nach ihrer Natur und ihren Wirkungen ſich von der Natur unſrer Atmoſphäre unterſch.iden, entgiengen zwar der Aufmerkſamkeit der frühern Scheid:künſtler nicht. Sie richteten aber nur wenig Aufmerkſamkeit auf die Unterſuchung ihrer Natur, und begnügten ſich blos damit, daß ſie ihnen einen nichts. ſagenden Nahmen ertheilten, indem ſie ſie im Allgemeinen Spiritus ſylveſtres nannten.

Van Helmont unterſchied ſie durch den Nahmen Gas, welcher nach ſeiner Erklärung einen Geiſt oder

einen elaſtiſchen Dampf bedeuten ſollte. Er nimmt an, das von ihm ſogenannte Gas ſey von den Subſtanzen, aus welchen man es entbindet, in einer fixen oder feſten Form zurückgehalten worden. Er behauptet, zwey und ſechzig Pfund Holzkohle enthielten ein und ſechzig Pfund Gas, und nur ein Pfund Erde, und ſchreibt die tödtlichen Wirkungen, welche die Bergleute gelegentlich in den Gruben erfahren, der Entbindung dieſes Geiſtes zu. Nach demſelben Grundſatze erklärt er die aus dem Magen und den Gedärmen ſich entwickelnden Winde, ſo wie das Schwimmen ertrunkener thieriſcher Körper auf der Oberfläche des Waſſers. Er ſchließt mit der Behauptung, dies Gas ſey eine Flüßigkeit, welche ſich ſeiner Natur nach von unſrer gewöhnlichen atmoſphäriſchen Luft unterſcheide.

Die Exiſtenz zweyer verſchiedener Arten von Dämpfen oder elaſtiſchen Flüßigkeiten, hatte man in Bergwerken und Kohlengruben ſchon längſt beobachtet. Die eine erzeugte in Thieren ein Gefühl von Erſtickung und löſchte das Leben aus. Man nannte ſie daher erſtickenden Dampf. Die andere hatte die gefährliche Eigenſchaft, Feuer zu fangen, wenn ſie mit einem Lichte oder einem andern glühenden Körper in Verbindung gebracht wird, und bekam daher den Nahmen Feuerdampf.

Eine Probe von dem Feuerdampfe oder der entzündlichen Luft ſammelte man im Jahre 1733 aus einer Kohlengrube des Sir James Lowther in Cumberland, und brachte ſie in Blaſen zu der königlichen Geſellſchaft der Wiſſenſchaften in London. Im Jahre 1736 verſchaffte ſich Johann Maud durch die Auflöſung des Eiſens in Vitriolſäure eine Menge von eben derſelben Art der entzündlichen Luft, und bewieß, daß ſich dieſelbe Luftart aus den meiſten Metallen unter gewiſſen Umſtänden erhalten ließ.

Van Helmont's Verſuche wurden von dem ſcharfſinnigen Boyle ſehr verbeſſert. Er vertauſchte den Nah-

men Gas mit dem Namen der künſtlichen Luft. Er bewieß, dieſe künſtliche Luft ſey nicht immer eine und dieſelbe Flüßigkeit; zum Beyſpiel, die durch Gährung erzeugte Luft unterſcheide ſich weſentlich von derjenigen, welche ihre Entſtehung der Verpuffung des Schiespulvers verdanke. Er war, meines Wiſſens, der erſte, welcher die Beobachtung machte, daß der Umfang der Luft durch die Verbrennung gewiſſer Subſtanzen vermindert werde.

Die letzte Beobachtung von Boyle ſcheint beſonders die Aufmerkſamkeit des unermüdlichen Doktor Hales auf ſich gezogen zu haben. Dieſer Naturforſcher erfand Inſtrumente, um die Menge der Luft zu beſtimmen, welche bey manchen Gelegenheiten aus verſchiedenen Subſtanzen erzeugt, bey andern hingegen von verſchiedenen Körpern verſchluckt wird. Dieſe Verſuche verdienen die Aufmerkſamkeit eines jeden Naturforſchers, und ſind, was Genauigkeit und Scharfſinn anlangt, von keinen andern jemals übertroffen worden *).

Unter andern Umſtänden, auf welche Doktor Hales beſonders aufmerkſam war, befand ſich auch die große Menge Luft, welche in den ſäuerlichen Mineralwaſſern enthalten iſt. Er muthmaſſete, daß von dieſer Luft das Perlen und der ſtechende Geſchmack, ſo wie manche andre beſondere Eigenſchaften dieſer Waſſer herrühren möchten.

Die Einſaugung der Luft durch Körper während des Verbrennens anlangend, ſahe er, daß dieſe Einſaugung ihre Gränzen hatte. Auch beobachtete er in einigen Fällen das wechſelsweiſe Erzeugen und Einſchlucken der Luft, zum Beyſpiel, bey der Luft, welche er durch das Verbrennen des Salpeters hervorbrachte. Er fand nehmlich, daß dieſe Luft ſehr bald an Umfange abnahm, ob er gleich nicht bemerkte, daß die Verſchluckung von dem Waſſer herrührte, deſſen er ſich immer bey ſeinen Verſuchen bediente.

*) Man ſ. *Hales* vegetable Statics an verſchiedenen Stellen.

Die Erzeugung einer der Entzündung empfänglichen Luft mittelſt der Deſtillation gewiſſer Subſtanzen entgieng ſeinem Forſcherblicke nicht; und er behauptete, die Vermehrung des Gewichts in den metalliſchen Kalken rühre zum Theil von der Luft her, welche dieſelben verſchlucken.

Daß der Hombergiſche Phoſphor die Luft, in welcher er verbrannt werde, vermindere; daß der Salpeter im luftleeren Raume nicht verpuffen könne; und daß die Luft überhaupt zu dem Anſchießen der Salze nothwendig ſey, dies ſind alles Thatſachen, welche Hales beobachtet hat.

Allein wegen der Ungewißheit, worin Doktor Hales und ſeine Vorgänger in Rückſicht verſchiedener weſentlicher Umſtände bliebrn, von welchen ſie nur gelegentlich einen ſchwachen Schimmer geſehen zu haben ſcheinen, und weil ſie andre ganz und gar nicht kannten, mußte immer noch die Lehre von den luftförmigen Flüßigkeiten in einem höchſt unvollkommenen Zuſtande verbleiben, bis die entſcheidenden Verſuche des Doktor Black, Cavendiſh und Doktor Prieſtley uns in dieſem wichtigen Theile der Naturgeſchichte ein neues Syſtem lieferten.

Der erſte dieſer Naturforſcher beobachtete, daß Kalk- und Bitterſalzerde in ihrem milden Zuſtande aus der Verbindung einer gewiſſen luftförmigen Flüßigkeit mit der erdigen Grundlage beſtehen; daß dieſe luftförmige Materie durch das Brennen, welches die gewöhnliche Kalkerde in ſogenannten ungelöſchten Kalk verwandelt, wirklich ausgezogen werde, und daß hernachmals der lebendige Kalk, wenn man ihn der Luft ausſetze, dieſelbe wieder einſauge. Nach dieſen Grundſätzen war er im Stande, nicht blos von dem Verluſte des Gewichtes, welchen der Kalkſtein beym Brennen erleidet, befriedigende Rechenſchaft zu geben, ſondern auch den Zuwachs am Gewichte, welchen der lebendige Kalk von der Atmoſphäre erlangen kann, mit der größten Genauigkeit zu ſchätzen. Er zog dieſe Gasart,

welcher er den Nahmen der fixen Luft gab, auch auf eine andre Weiſe, nehmlich durch Auflöſung der Kalkerde in Säuren, aus. Er fand ferner, daß die Aetzbarkeit des Kalkes darauf beruhe, daß der lebendige Kalk aus vegetabiliſchen und thieriſchen Materien einen Theil der Luft, deren er beraubt worden, heftig an ſich ziehe, und daß er eben wegen dieſer Eigenſchaft im Stande ſey, die alkaliſchen Salze ätzend zu machen.

Dem Doktor Cavendiſh gebührt die zweyte Stelle in der Reihe dieſer Geſchichte. Er verfolgte die Blackſchen Verſuche und beſtimmte die Menge fixer Luft, welche ſich aus den ſauerbeſtändigen und flüchtigen Laugenſalzen ziehen läßt. Er erklärte die Natur der Sauerbrunnen, indem er ihre Eigenſchaften von der darin enthaltenen fixen Luft herleitete. Er zog eine Art entzündbarer Luft aus den Auflöſungen des Eiſens und des Zinks in Vitriolſäure; und er war der erſte, welcher bemerkte, daß eine Auflöſung von Kupfer in Salzgeiſte, anſtatt entzündliche Luft, gleichwie die Auflöſung des Eiſens oder des Zinks, zu geben, eine beſondere Luftart liefere, welche bey der Berührung mit dem Waſſer ihre Elaſticität verliehre.

Doktor Prieſtley fieng ſeine phyſiſche Laufbahn mit einigen Verſuchen über fixe Luft an. Die erſte Schrift, welche er dem Publikum lieferte, bezog ſich auf die Anſchwängerung des Waſſers mit dieſer Luft durch Kalkerde und Vitriolſäure; auf welche Methode zuerſt Doktor Brownrigg aus Whitehaven aufmerkſam gemacht hatte, und deren man ſich jetzt gewöhnlich bey der Nachahmung der ſäuerlichen Mineralwaſſer bedient. Prieſtley verſuchte die Kraft der fixen Luft auf das Leben der Thiere und der Pflanzen, und fand ſie in beyden Fällen tödtlich. Ueberdies ſtellte er noch manche andre wichtige Verſuche an, wovon ich das Weſentliche in dem Kapitel über die fixe Luft mittheilen werde.

Doktor Prieſtley's unermüdlicher Geiſt begnügte ſich aber nicht mit der Nachforſchung eines einzelnen Ge-

genſtandes. Er wendete zunächſt ſeine Aufmerkſamkeit auf die Natur der atmoſphäriſchen Luft. Er beobachtete, wie Doktor Hales, die Verminderung derſelben durch verſchiedene Prozeſſe, zum Beyſpiel, durch das Verbrennen und ſo weiter, weicht aber von jenem in Rückſicht der Urſache der Erſcheinungen ab. Doktor Hales nämlich nahm an, die ſpeciſiſche Schwere der Luft werde vermehrt; Doktor Prieſtley hingegen war der Meinung, der dichtere Theil der Luft ſchlage ſich nieder, und der Rückſtand werde dadurch wirklich leichter. Die Entdeckung, daß die atmoſphäriſche Luft durch die Vegetation der Pflanzen gereinigt werde, gehört dem Doktor Prieſtley gleichfalls eigenthümlich zu.

Als Prieſtley die Verſuche des Cavendiſh über die entzündliche Luft verfolgte, fand er, daß ſie ſich nicht blos aus Eiſen und Zink, ſondern auch aus einer jeden entzündlichen Subſtanz hervorbringen laſſe.

Doktor Prieſtley machte auch die Entdeckung, die Urſache, warum eingeathmete Luft nach der Ausathmung dem thieriſchen Leben tödtlich werde, beruhe darin, daß ſie ſich mit einer die Lungen reizenden Materie anſchwängere. Denn ſie würke auf die Lungen eben ſo, wie eine jede andre Art ſchädlicher Luft.

Prieſtley's Verſuche über die Mittel, die Luft wieder athembar zu machen, ſind äuſſerſt intereſſant und unterhaltend, und gewähren ein angenehmes Beyſpiel von zweckmäſig geleiſtetem Fleiße.

Eine der wichtigſten Entdeckungen dieſes Naturforſchers iſt, daß die Salpeterluft, welche er aus der Aufloſung gewiſſer Metalle in der Salpeterſäure zog, die Eigenſchaft beſitze, eine gewiſſe Menge des reinſten Theils der Atmoſphäre zu vermindern, indem der Ueberreſt von dieſem Prozeſſe ſchädlich und zur Unterhaltung der Flamme untauglich gemacht werde. Dieſem Grundſatze zu Folge betrachtete man lange Zeit die Salpeterluft als ein Prü-

fungsmittel für den Grad der Reinheit der atmoſphäriſchen Luft, ob ſich gleich weiter unten zeigen wird, daß dieſes Mittel unvollkommen ſey.

Doktor Prieſtley verfolgte auch den zuletzt angeführten Verſuch von Cavendiſh weiter und fand, daß eine einfache Säure oder ein einfaches Laugenſalz ſich in die Form einer beſtändigelaſtiſchen Flüſſigkeit bringen lies. Dieſe Flüſſigkeiten unterſchied er durch die Benennungen ſaurer und alkaliſcher Luftarten.

Wenn ich alle Entdeckungen Prieſtley's, ſelbſt auf dieſe ſehr abgekürzte Weiſe, herzählen wollte, ſo würde das Verzeichniß derſelben die Gränzen dieſer Schrift ſehr überſteigen. Ich muß mich daher damit begnügen, nur die merckwürdigſten darunter mit wenigen Worten anzuführen.

Die Bekanntmachung dieſer Verſuche der engliſchen Naturforſcher erregte die Aufmerkſamkeit verſchiedener ſcharfſinniger Männer im Auslande. Indeſſen ſind Lavoiſiers Entdeckungen die einzigen, welche an dieſer Stelle angeführt zu werden verdienen.

Die Verſuche dieſes unverdient unglücklichen Phyſikers, welche genau die Quantität des Waſſers und der elaſtiſchen Flüſſigkeit, die im gelöſchten Kalke und milden Laugenſalze enthalten ſind, beſtimmen, ſo wie ſeine Verſuche über das Brennen des Phoſphors ſind die ſchönſten und vollſtändigſten, welche jemals bekannt geworden ſind. Die einzige neue Entdeckung von Bedeutung, welche wir ihm zuſchreiben können, war der Beweiß, daß die Wiederherſtellung der Metalle von der Einſaugung einer gewiſſen elaſtiſchen Flüſſigkeit herrühre: aber Anfangs wuſte er noch nicht, daß ſich dieſe Flüſſigkeit von der durch aufbrauſende Miſchungen erzeugten fixen Luft in irgend einem Stücke unterſcheide. Inzwiſchen iſt er in einer Abhandlung, welche er nach der Bekanntmachung ſeiner Verſuche der königlichen Akademie in Paris vorlas, der Meinung, die Luft,

welche durch das Verkalken der Metalle verſchluckt werde, ſey gewöhnliche atmoſphäriſche Luft, aber von der reinſten Art, und zur Unterhaltung der Flamme und zum Athemhohlen tauglicher, als diejenige, in welcher wir uns gewöhnlich aufhalten.

Dieſer Gedanke hat mit der dephlogiſtiſirten Lebens- oder Feuerluft des Doktor Prieſtley ſoviel gemein, daß, wüßten wir nicht von guter Hand, Lavoiſier habe zuerſt von dem engliſchen Naturforſcher *) einen Winck bekommen, Luft aus verkalktem Queckſilber zu ziehen, dieſer Umſtand Prieſtley's Anſprüche auf dieſe große Entdeckung in Rückſicht der Priorität einigermaſen ſtreitig machen würde. Doktor Prieſtley geſtehet, er ſey mehr durch Zufall, als durch einen überdachten Plan bey dieſer Gelegenheit geleitet worden. Er hatte ſich damit beſchäftiget, Luft aus verſchiedenen Subſtanzen züziehen, beſonders aber die verſchiedenen Säuren in permanent elaſtiſche Flüſſigkeiten zu verwandeln. Unter den Subſtanzen, aus welchen er Luft zu ziehen ſuchte, befand ſich auch verkalktes Queckſilber. Aus dieſen Kalke nun erhielt er Luft in anſehnlicher Menge, und als er die verſchiedenen Proben bey derſelben brauchte, fand er ſie reiner, als die gewöhnliche Luft. Die Luft, welche aus dem rothen Queckſilberpräcipitate erhalten wurde, war eben ſo rein als diejenige, welche der Mercurius calcinatus per ſe lieferte. Ein ähnliches Produkt erhielt er aus Mennige und Bleyweiß, aus vielen andern Subſtanzen, wenn er ſie vorher mit Salpetergeiſte angefeuchtet hatte, endlich ſelbſt aus gemeinem Salpeter, aus Sedativſalze und aus römiſchem Vitriole. Ich übergehe eine Menge irriger Meinungen mit Stillſchweigen, welche, als dieſe Wiſſenſchaft noch in ihrer Kindheit war, vorgetragen wurden, da mir mein Plan nur erlaubt, die Spuren zu verfolgen, wodurch unſre Kenntniß in dieſem

*) Man ſ. *Prieſtley* on air Vol. II. p. 36. &. 320.

Theil der Naturlehre allmählig verbeſſert und berichtigt worden ſind.

Doktor Prieſtley ſetzte ſeine Verſuche über die entzündliche Luft fort, und fand, daß alle Metalle, welche ſie bey ihrer Auflöſung in Säuern hergeben, dieſelbe auch vermittelſt der Hitze allein fahren laſſen. Die Art und Weiſe, wie er dieſelbe auszog, beſtand darin, daß er die Feilſpäne der verſchiedenen Metalle im luſtleeren Raume der Wirkung eines Brennglaſes ausſetzte.

Die zunächſt merckwürdige und vielleicht die wichtigſte Entdeckung machte Cavendiſh. Vermittelſt derſelben haben wir die Natur und die Zuſammenſetzung des Waſſers kennen gelernt. Cavendiſh wurde auf dieſe große Entdeckung durch Warltire's vom Doktor Prieſtley angeführten Verſuch geleitet, wobey man fand, daß, wenn eine Miſchung atmoſphäriſcher und entzündlicher Luft durch den elektriſchen Funken angezündet würde, immer darauf ein Verluſt am Gewichte erfolgte, und daß die innere Seite des Gefäßes, worin man die Miſchung anzündete, immer feucht oder bethaut wurde, ob man gleich daſſelbe vorher noch ſo ſorgfältig getrocknet hatte. Als Cavendiſh den Verſuch wiederholte, bemerckte er zwar die Verminderung des Gewichtes nicht, welche nach Warltire Statt finden ſollte, aber die letztere Wirckung erfolgte vollkommen. Bey der Fortſetzung des Verſuchs zeigte es ſich, daß blos der reine, oder empyreiſche Theil der atmoſphäriſchen Luft, das iſt, ungefehr ein Viertel verzehrt wurde, und daß das ſo erzeugte Waſſer völlig geſchmacklos und rein war. Vermiſchte man reine Luft mit der entzündlichen in dem gehörigen Verhältniſſe, ſo verlohr die gantze Miſchung ihre Flüſſigkeit, und verdichtete ſich in Waſſer.

Cavendiſh ſetzte ſeine Verſuche mit ſehr glücklichem Erfolge fort. Er ſuchte die Beſtandtheile der phlogiſtiſirten oder derjenigen Luft, welche den unreinen und nicht athembaren Theil der atmoſphäriſchen Luft ausmacht,

zu beſtimmen. Indem er den elektriſchen Funcken durch gemeine Luft und durch eine gewiſſe Miſchung von reiner und von phlogiſtiſirter Luft hindurch leitete, war er im Stande, die letztere ganz zu verdichten, und ihren Beſtandtheil zu entdecken, welcher ſeiner Meinung nach mit der Grundlage der Salpeterſäure einerley, und mit einer kleinen Quantität entzündlicher Materie verbunden war. Dieſe letztere Meinung iſt jedoch ſpäterhin von Lavoiſier und andern neuen Scheidekünſtlern berichtiget worden. Dieſe haben bewieſen, der Stickſtoff oder die phlogiſtiſirte Luft, wie ſie die engliſchen Scheidekünſtler noch nennen, ſey nichts anders, als die Grundlage der Salpeterſäure *).

Auf dieſe Verſuche und Entdeckungen gründet ſich das ganze Gebäude der neuern Scheidekunſt und Phyſiologie. Die Wichtigkeit derſelben wird ſich noch vollkommener zeigen laſſen, wenn ich von verſchiedenen Luftarten und den damit verwandten Gegenſtänden ausführlicher handeln werde.

*) Wahrſcheinlich bediente ſich Cavendiſh zu ſeinen Verſuchen einer ſolchen Luft, welche durch das Verbrennen verunreinigt worden war. Es konnte daher ein kleiner Theil von Kohle oder irgend einem andern entzündlichen Stoffe in der Luft enthalten ſeyn.

Zweytes Kapitel.

Vom Feuerſtoff-Gas (Gas oxygene), oder der reinen Lebens- Empyreal- oder dephlogiſtiſirten Luft.

Erklärung der Ausdrücke — Gründe für die verſchiedenen, dieſer Flüſſigkeit beygeſez-ten Namen. — Wie ſie erzeugt wird. — Aus Metallkalken. — Durch die Vegetation. — Aus dem Waſſer. — Eigenſchaften des Feuerſtoffs. — Ein mächtiges Wirkungsmittel in dem Syſtem der Natur. — Wie unumgänglich nöthig zur Unterhaltung des Lebens und der Flamme. — Mannigfaltige, von der Natur eingeſchlagene Wege, dieſe Flüſſigkeit zu erſetzen.

Ich habe bereits erinnert, daß das Wort Gas (das heiſt, Geiſt oder Aufbrauſen) von van Helmont und andern Holländiſchen und Deutſchen Scheidekünſtlern gebraucht worden iſt, um diejenigen elaſtichen Flüſſigkeiten zu beſchreiben, welche ſich ihrer Natur nach von gemeiner atmoſphäriſchen Luft unterſchieden. Aus der vorhergegangenen Betrachtung des Feuers oder des Wärmeſtoffs wird der Leſer leicht ſchließen können, daß eine jedwede Luftförmige Flüſſigkeit aus einer Grundlage, oder einer derſelben eigenthümlichen Materie beſteht, welche mit dem Wärmeſtoffe, der einzigen wirklichen Urſache aller Flüſſigkeit verbunden iſt. Das Wort Gas haben daher die franzöſiſchen Scheidekünſtler aufgenommen, um eine Luftförmige Flüſſigkeit anzudeuten, welche aus einer gewiſſen Grundlage, der ſie ihren beſondern Charakter verdankt, und der Wärme- und der Feuermaterie zuſammen

geſezt iſt. Ferner iſt zu bemerken, daß von denjenigen Flüſſigkeiten, welche elaſtiſch genannt werden, einige permanent elaſtiſch ſind, zum Beyſpiel, die Luftförmigen Flüſſigkeiten, andre hingegen, zum Beyſpiel, die gemeinen Waſſerdämpfe, ſich durch die Kälte verdichten laſſen. Hier haben wir nur von der erſten Art zu handeln.

Die Flüſſigkeit, welche wir, izt betrachten, wurde urſprünglich dephlogiſtiſirte Luft genannt. Dieſen Nahmen gab ihr Doktor Prieſtley, weil er glaubte, ſie ſey von Phlogiſton oder entzündlicher Materie frey. Als man fand, daß ſie zur Unterhaltung des thieriſchen Lebens nothwendig ſey, ſo fing man an, ſie reine oder Lebensluft zu nennen; und als die Erfahrung lehrte, daß auch das Verbrennen und andere Phänomene des Feuers ohne ſie nicht ſtatt finden könnten, bekam ſie den Nahmen der Feuer- oder der Empyreal-Luft. Die franzöſiſchen Scheidekünſtler machten die Entdeckung, daß ſie die Subſtanz ſey, von welcher die ſaure Natur aller Mineral- und Pflanzenſäuren herrühre; und deswegen unterſchieden ſie dieſelbe durch die Benennung des ſäureerzeugenden Gas *).

Der Sauerſtoff oder die Grundlage des Sauerſtoff-Gas iſt mit einer großen Anzahl von Subſtanzen natürlich oder künſtlich verbunden. Aus einigen derſelben läßt er ſich durch die bloße Anwendung von Hitze entbinden. Denn er beſitzt eine ſtarke Anziehung zu der Feuermaterie, und wenn er ſich mit derſelben verbindet, ſo dehnt er ſich aus und nimmt die Form des Gas oder der Luft an.

Die Subſtanzen, woraus er ſich am leichteſten vermittelſt der Hitze ziehen läßt, ſind Mennige, verkalktes Queckſilber, Salpeter und Braunſtein. Doktor Prieſtley

*) Von ὀξύς, ſcharf oder ſauer, und γείνομαι, ich erzeuge oder bringe hervor. Oxygen iſt alſo buchſtäblich der Grundſtoff, oder die Subſtanz, welche Säuren hervor bringt.

ley brachte eine Menge Mennige in den Brennpunkt eines Brennglaſes von zwölf Zollen im Durchmeſſer. Eine Quantität fixer Luft, oder kohlenſauren Gas, wie man ſie jetzt nennt, kam immer zuerſt zum Vorſchein. Nachdem dieſe aber abgeſondert worden war, zeigte es ſich, daß der Ueberreſt die Flamme weit beſſer unterhielt, und dem thieriſchen Leben viel zuträglicher war, als gemeine atmoſphäriſche Luft, und daß er überhaupt alle Charaktere der dephlogiſtiſirten oder Säure erzeugenden Luft hatte.

Durch verſchiedene ſpätere Verſuche des Doktor Prieſtley und andrer Naturforſcher hat man jedoch gefunden, daß die dephlogiſtiſirte Luft, oder das Sauerſtoff-Gas ſich nicht blos vermittelſt der Hitze, ſondern auch durch die Wirkung der Vitriol- und Salpeterſäure auf vielerley mineraliſche und metalliſche Subſtanzen erhalten läßt.

In eine kleine Phiole AB. (Taf. 19. Fig. 1.), an deren Oeffnung eine gekrümmte Röhre CD befeſtigt iſt, thue man eine Unze Queckſilberkalk oder Queckſilberhalbſäure; bringe hierauf das Gefäß auf dem Kohlenbecken R in das Feuer. Nachdem die atmoſphäriſche Luft, welche die Phiole erfüllt, ausgetrieben worden iſt, ſo bringe man das Ende D der gekrümmten Röhre unter ein hohles und enges Gefäß von Glas (Fig. 2.), welches mit der Flüſſigkeit in der pneumatiſchen Wanne (Fig. 3.) angefüllt worden iſt, und ſtelle dieſes Gefäß auf das Bret EF über die Oeffnung c oder d *).

So wie das Queckſilber wieder reguliniſch oder flüſſig wird, bemerkt man, daß eine compreſſible, elaſtiſche, durchſichtige Flüſſigkeit ſich entbindet und in das enge Glasgefäß übergeht. Dies iſt die reinſte Luft, welche wir uns nur immer verſchaffen können, nämlich Lebensluft oder Sauerſtoff-Gas.

Dieſe Luftart läßt ſich auch durch denſelben Proceß aus der natürlichen Braunſtein-Halbſäure, oder dem Braun-

*) Man ſ. *Briſſon* Traité élément. de phyſique to. II. p. 24.

ſteinkalke, desgleichen aus der Mennige erhalten, welche bekanntlich nichts anders, als eine Bleyhalbſäure mit Salpeterſäure verbunden iſt.

Um dieſe Wirkungen beſſer zu verſtehen muß man ſich an das, was ich zu Anfang dieſes Kapitels bemerkt habe, erinnern, daß nämlich dieſe Flüſſigkeit ſich in dieſen Subſtanzen nicht vollkommen findet, ſondern daß dieſe nur die Grundlage derſelben, nehmlich den Sauerſtoff enthalten. Denn das Verkalken ſowohl, als das Verbrennen der Metalle iſt nichts anders als eine Folge ihrer Verbindung mit dem Sauerſtoffe, welcher auf dieſe Weiſe eine feſte Geſtalt annimmt und ſein Gewicht mit dem Gewicht der Metalle vereinigt. Dieſer Sauerſtoff wird dann durch die Hitze oder den Wärmeſtoff wieder ausgetrieben, welcher, indem er ſich damit verbindet, ihn in die Form einer elaſtiſchen Flüſſigkeit bringt. Während dieſes Proceſſes nimmt das Metall, indem es den Sauerſtoff fahren läßt, welcher daſſelbe in eine Halbſäure oder einen Kalk verwandelt hatte, ſeine metalliſchen Eigenſchaften wieder an, und verliehrt das Gewicht, welches es in dem halbſauren Zuſtande hatte *).

Indeſſen giebt es eine Methode, wodurch das Sauerſtoff-Gas ſich vermittelſt eines geringern Grades von Hitze und auf eine leichtere Weiſe erhalten läßt. Es iſt dies folgende. Man thue etwas Mennig in eine Flaſche mit etwas guter, ſtarker Vitriolſäure, aber ohne irgend eine Beymiſchung von Waſſer. Die Mennige kann etwa den vierten Theil der Flaſche, und die Vitriolſäure ungefehr eben ſo viel, oder noch etwas weniger einnehmen. Man befeſtige dann die gekrümmte Röhre an die Flaſche, indem man ſie durch einen Korkſtöpſel gehen läßt, fülle eine andre Flaſche mit Waſſer, ſtürze dieſe in einem Becken, welches gleichfalls mit Waſſer halb gefüllt iſt, um, und leite das andere Ende der gekrümmten Röhre in die

*) Man ſ. ebendeſſelben Gelehrten angef. Schrift, to. II. p. 23.

umgekehrte und mit Waſſer angefüllte Flaſche. Während dieſer Periode des Proceſſes iſt zu wiſſen, daß ohne Hitze dieſe Miſchung von Mennige und Vitriolſäure kein Sauerſtoff-Gas, oder eine ſehr unbeträchtliche Menge davon hergiebt. Es iſt daher nothwendig, die Flamme eines Lichtes oder Wachsſtockes an die Flaſche, worin ſich die Miſchung findet, zu bringen, während daß die gekrümmte Röhre die Gemeinſchaft zwiſchen dieſer und der im Waſſer umgekehrten Flaſche unterhält. Auf dieſe Weiſe läßt die Mennige eine Menge elaſtiſcher Flüſſigkeit fahren, welche durch die gekrümmte Röhre in die umgekehrte Flaſche übergeht. So wie die Quantität der dephlogiſtiſirten Luft in dieſer Flaſche zunimmt, ſieht man das Waſſer in derſelben ſich ſenken. Aber dieſe Luft iſt nicht vollkommen rein, weil eine beträchtliche Menge fixer Luft zugleich mit übergeht. Um die fixe Luft von der reinen abzuſondern, muß man die umgekehrte Flaſche, wenn ſie mit der aus beyden Luftarten zuſammen geſetzten Miſchung gefüllt iſt, in einem Becken mit Kalkwaſſer ſchütteln, auf welche Weiſe das Kalkwaſſer die ganze Menge der fixen Luft einſchluckt und die dephloſtiſirte Luft, oder das Säure erzeugende Gas allein zurük läßt.

Die dephlogiſtiſirte Luft läßt ſich auch in beträchtlicher Menge aus dem Waſſer, beſonders aus Brunnenwaſſer erhalten. Wird dieſes Waſſer der Sonne ausgeſezt, ſo giebt es Luft nur langſam von ſich. Aber nachdem es eine beträchtliche Weile in dieſer Lage geblieben iſt, hängt ſich eine grüne Materie an den Boden und die Seiten des gläſernen Gefäßes, in welchem das Waſſer aufbewahrt iſt, worauf daſſelbe reinere Luft in größerer Menge giebt, und damit eine lange Zeit anhält, nachdem die grüne Materie ſchon Anzeigen von Verderbniß durch Gelbwerden von ſich gegeben hat.

Doktor Ingenhouß muthmaſſete mit allem Rechte, daß dieſe grüne Materie zu dem Pflanzenreiche gehöre. Er verſchafte ſich reine Luft, indem er die Blätter der Plat-

zen in Waſſer that, und ſie dann dem Sonnenlichte ausſetzte. Er erinnert, daß unter den Landgewächſen zu dieſer Abſicht die giftigen Pflanzen, zum Beyſpiel, Hyoſcyamus, Lorbeerkirſche, Nachtſchatten und dergleichen am tauglichſten ſind. Die reinſte Luft aber bekam er aus einigen Waſſergewächſen und aus Terpenthinbäumen, beſonders aber aus der grünen Materie, welche er aus einem ſteinernen Troge einſammelte, der mit Quellwaſſer angefüllet in der Nähe der Landſtraße ſtand.

Indem ſich Doktor Prieſtley mit einer Reihe von Verſuchen beſchäftigte, um die verdorbene Luft zu reinigen, machte er die Entdekung, daß Pflanzen dieſer Abſicht am beſten entſprachen. Der Verſuch, wodurch er dieſe Behauptung erläuterte, war folgender. Er machte eine Quantität Luft dadurch ſehr ſchädlich, daß er Mäuſe darin athmen und ſterben lies. Hierauf vertheilte er dieſe Luft in zwey in Waſſer umgekehrt ſtehende Recipienten. In den einen Recipienten brachte er einen Zweig Münze, in dem andern aber lies er die verdorbene Luft allein. Ungefähr acht bis neun Tage darauf fand er, daß die Luft des Recipienten, in welchen er die Münze gebracht hatte, zum Einathmen tauglich geworden war; denn eine Maus lebte in derſelben ſehr gut, ſtarb aber unmittelbar, als ſie in den andern Recipienten, welcher die verdorbene Luft allein enthielt, gebracht worden war.

Man hat ſeitdem die Beobachtung gemacht, daß verſchiedene Subſtanzen aus dem Thierreiche ſowohl, als dem Pflanzenreiche das Vermögen beſitzen, die dephlogiſtiſirte Luft, oder Sauerſtoff-Gas aus dem Waſſer zu entbinden, wenn ſie der Wirkung der Sonne eine geraume Zeitlang ausgeſetzt werden.

Der ſcharfſinnige Graf Rumford bemerkt, daß rohe Seide ein ſehr ſtarkes Vermögen beſitzt, reine Luft hervor zu bringen. Er brachte dreyßig Gran dieſer, vorher in Waſſer gewaſchenen Subſtanz in eine dünne, vier und

einen halben Zoll im Durchmeſſer betragende Glaskugel, welche einen zylindriſchen, drey Viertel Zoll weiten und zwölf Zoll langen Hals hatte. Hierauf kehrte er die Kugel in einem mit derſelben Art Waſſer angefüllten Geſchirre um und ſetzte ſie der Wirkung der Sonne in einem Fenſter aus. In weniger als zehen Minuten bedekte ſich die Seide mit unzählig vielen Luftbläschen, welche nach und nach an Größe zunahmen, als nach Verlauf von zwey Stunden die Seide vermittelſt derſelben auf die Oberfläche des Waſſers gehoben wurde. Sie giengen hierauf eine nach der andern los, und bildeten in dem obern Theile der Kugel eine Anſammlung von Luft, welche, als ſie auf die gewöhnliche Weiſe geprüft wurde, in einem hohen Grade rein zu ſeyn ſchien. Binnen drey Tagen ſammelte er auf dieſe Weiſe drey und drey Viertel Cubiczoll reine Luft. Als er in dieſelbe einen Wachsſtock brachte, welchen er eben erſt ausgeblaſen hatte, ſo daß der Docht noch glimmte, ſo fing er unmittelbar Feuer, und brannte mit einer lebhaften und vergrößerten Flamme. Das Waſſer in der Kugel hatte den Geruch von roher Seide angenommen; es war nicht mehr ſo durchſichtig und ſpielte ins Grünlichte.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß wenn dieſer Verſuch im Dunkeln angeſtellt wurde, ſich nur einige wenige und unbeträchtliche Luftbläschen bildeten, welche an der Seite hängen blieben; auch war dies derſelbe Fall, wenn man die Glaskugel in eine Stube mit einen Ofen brachte. In dem letztern Falle machten ſich zwar einzelne Luftbläschen von der Seide los und ſtiegen in die Höhe: es war aber der Luft viel zu wenig, als daß man ſie hätte meſſen oder prüfen können.

Es iſt wahrſcheinlich, daß bey dieſen Verſuchen die reine Luft durch eine wirkliche Zerſetzung eines Theils des Waſſers vermittelſt einer haarröhrenförmigen Anziehung, und durch Beyhülfe der Sonne ausgezogen worden iſt. In der That war derſelbe Naturforſcher im Stande, dieſe

Luft, wiewohl in einer geringern Menge vermittelſt einer Anzahl ſehr feiner Glasröhrchen, welche er im Waſſer eingetaucht, und der Sonne ausgeſetzt hatte, zu erhalten.

Die Eigenſchaften oder Verrichtungen dieſer Flüſſigkeiten ſind zum Theil von der äuſſerſten Wichtigkeit in der Haushaltung der Natur. Gewiß giebt es, wenn man den Wärmeſtoff ausnimmt, in der Natur kein anders Wirkungsmittel, welches allgemeiner oder kräftiger wäre.

Erſtens wird die reine Luft zur Verbrennung nothwendig erfordert. Wir kennen in der That nicht einen einzigen Proceß, wo die Flamme ohne Beytritt des Sauerſtoff-Gas oder der Feuerluft unterhalten werden könnte.

Zweytens in gewiſſen Verhältniſſen iſt ſie zur Unterhaltung des thieriſchen Lebens ſchlechterdings nothwendig. Aus dieſem Grunde kann man ſagen, daß die ganze thieriſche Schöpfung dieſer Flüſſigkeit ihr Daſeyn verdankt.

Drittens iſt ſie der Grundſtoff, welcher allen Mineral- und Pflanzenſalzen ihren ſauern Charakter mittheilt. Denn die Erfahrung lehrt, daß die Grundlagen dieſer Subſtanzen ganz unſchmakhaft ſind, bis ſie ſich mit Sauerſtoff verbinden.

Viertens die Verkalkung der Metalle beruht lediglich auf der Vereinigung derſelben mit Sauerſtoff. Wir verdanken folglich dieſem nüzlichen Elemente die meiſten Farbeſtoffe des Mineralreichs, und eine ſehr große Anzahl von Arzneymitteln.

Fünftens daſſelbe Element macht einen Beſtandtheil jener unentbehrlichen Flüſſigkeit des Waſſers aus, welches aus fünf und achzig Theilen Sauerſtoff und fünfzehn Theilen Waſſerſtoff (der Grundlage der entzündlichen Luft) beſteht.

Das Sauerſtoff-Gas iſt elaſtiſcher, als gemeine atmoſphäriſche Luft. Es übertrift dieſelbe auch in ſpecifiſcher Schwere. Denn das Verhältniß zwiſchen der reinen und der atmoſphäriſchen Luft iſt in dieſer Rückſicht, wie 160: 152.

Bringt man ein brennendes Licht in reine oder dephlogiſtiſirte Luft, ſo wird die Flamme größer und lebhafter. Iſt die Luft in einem hohen Grade rein, ſo brennt das Licht mit einem kniſternden Geräuſche, als ob die Luft eine entzündliche Materie enthielte, während daß der Talg oder das Wachs ſich mit unglaublicher Schnelligkeit verzehrt.

Die Naturforſcher haben durch verſchiedene Verſuche dargethan, daß die atmoſphäriſche Luft ſich durch das Verbrennen nicht vermindert. In allen dieſen Verſuchen war die Menge des erzeugten Dampfes eben ſo groß, als die Menge der Luft, welche während der Operation verſchluckt wurde, oder auf andre Weiſe verſchwand. Ganz anders aber verhält ſich die Sache mit dem Sauerſtoff-Gas oder der dephlogiſtiſirten Luft. Denn wenn man ein brennendes Licht in ein gläſernes mit dieſer Luftart angefülltes Gefäß bringt, ſo erzeugt ſich eine heftige Hitze, welche Anfangs eine kleine Portion Luft austreibt: iſt hernachmals das Licht ausgelöſcht, ſo findet man, daß zwey Drittel der Luft ihrem Umfange nach ſich in fixe Luft verwandelt haben. Hat man dieſe fixe Luft durch ätzendes Laugenſalz weggeſchafft, ſo zeigt ſich der kleine Ueberreſt eben ſo rein, als vorher.

Bey den gewöhnlichen Proceſſen des Verbrennens wird nicht mehr, als ein Zehntel der angewendeten Luft in fixe verwandelt. Es iſt wahrſcheinlich, daß dabey eine Verminderung in dem Umfange der Luft wegen der größern Schwere der fixen Luft und der daraus folgenden Verdichtung der andern Statt finden muß.

Bringt man glühende Kohlen in ein mit dephlogiſtiſirter Luft angefülltes Gefäß, ſo findet man, daß die Luft darin ein Viertel ihrer Menge verliehrt. Wiederhohlt man dieſen Verſuch mit Schwefel, ſo wird die Flamme größer und lebhafter, als in atmoſphäriſcher Luft, und drey Viertel der Quantität der Luft gehen verlohren. Thut man ein Stück Phoſphorus in ein ſieben Unzen Maas reiner

Luft; verkorkt man hierauf die Oeffnung der Flaſche und zündet den Phoſphorus in derſelben an, ſo muß das Gefäß, ſobald die Flamme ausgelöſcht iſt, durch den Druck der äuſſern Luft in Stücken brechen.

Die Reinheit der Lebensluft beſtimmt man durch den Grad ihrer Verminderung mit Salpeterluft, oder mit derjenigen Gasart, welche aus der Salpeterſäure erhalten wird, und dieſen Proceß muß man gleichfalls als eine Art der Verbrennung betrachten, beſonders da ein beträchtlicher Grad von Hitze dadurch erzeugt wird.

Inzwiſchen bemerkt man in dieſer Rückſicht ſehr groſſe Verſchiedenheiten; und in Gemäßheit der Größe der Verminderung ſagt man, die Luft ſey zwey, drey, vier Mal beſſer, als gemeine atmoſphäriſche Luft. Doktor Prieſtley führt eine aus Mennige gezogene Luft an, welche fünf Mal ſo rein, als atmoſphäriſche Luft war.

Reine Luft oder Sauerſtoff-Gas läßt ſich nicht vom Waſſer einſchlucken, noch darin auflöſen; aber ſie kann, wie ich ſo eben erinnert habe, durch Salpetergas faſt gänzlich verdichtet werden. Sie vereinigt ſich dabey mit dem letztern, wie weiter unten erhellen wird, wo ich von dieſer Subſtanz handeln werde. Dieſe Vermiſchung iſt im Waſſer auflöslich und bildet Salpeterſäure. Denn dieſe Säure iſt aus der Grundlage des Salpetergas, verbunden mit dem Sauerſtoffe, und nebſt demſelben im Waſſer aufgelöst, zuſammengeſetzt

Der Grund, warum die reine Luft zur Unterſtützung des Lebens unter allen Flüßigkeiten am nothwendigſten iſt, beſteht wahrſcheinlich darin, daß eine große Menge Wärme zu dieſer Abſicht erfordert wird. Nun enthält aber dieſe Flüßigkeit eine große Quantität Wärmeſtoff, und läßt denſelben zugleich ſehr leicht fahren, wenn ſie auf eine Subſtanz trifft, welche mit demſelben in Verwandſchaft ſteht. Da aber ihre Grundlage (der Sauerſtoff) ſich ſehr leicht mit dem in dem Blute und in den Lungen befindlichen Kohlen-

ſtoffe vereinigt, und während dieſer Verbindung einen Theil ihres Wärmeſtoffs verliehrt, welcher auf die Unterhaltung des Lebens verwendet wird, ſo erzeugt der Ueberreſt des Wärme- und des Säureſtoffs, mit der Kohle verbunden, das kohlenſaure Gas, oder die fixe Luft, wovon man immer eine größere Menge in der ausgeathmeten Luft, als in der atmoſphäriſchen, zu dieſer thieriſchen Verrichtung nicht gebrauchten Luft antrift. Hiervon kann man ſich durch einen ſehr leichten Verſuch hinlänglich überzeugen.

Dieſes Experiment gründet ſich auf die Eigenſchaft, welches die kohlenſaure Luft beſitzt, das Kalkwaſſer zu trüben. Man fülle eine gekrümmte, an beyden Enden offene Röhre zum Theil mit Kalkwaſſer an. Hierauf bringe man den Mund an das eine Ende der Röhre, und hohle Athem, indem man die Luft durch das in der Röhre befindliche Kalkwaſſer an ſich zieht. Auf dieſe Weiſe wird die Durchſichtigkeit des Kalkwaſſers nicht vermindert: im Gegentheil aber wird daſſelbe trübe, ſobald als man ausathmet. Dieſe Erſcheinung rührt von der Kohlenſäure her, welche ſich in den Lungen erzeugt Folglich iſt die ſtarke Anziehung, welche zwiſchen dem Kohlenſtoffe und der Grundlage der reinen Luft Statt findet, die eigentliche Urſache, warum dieſe Flüſſigkeit zum Athemhohlen ſo geſchickt iſt. Die reine Luft, welche wir einathmen, vollbringt zwey Verrichtungen, welche zu unſerer Erhaltung gleich nothwendig ſind: ſie ſchafft aus dem Blute den Kohlenſtoff, deſſen zugroße Anhäufung uns nachtheilig werden würde, und die Wärme, welche ſich bey dieſer neuen Vereinigung in den Lungen entbindet, erſetzt den immerwährenden Verluſt an Wärme, welchen die uns umgebenden Körper verurſachen. Nach Doktor Prieſtley und andern Naturforſchern wird die Grundlage des Sauerſtoff-Gas auch von dem Blute eingeſaugt.

Da ſich alſo eine große Menge Wärme aus der reinen Luft während des Athemhohlens entbindet, ſo folgt daraus, daß dieſe Flüßigkeit Thieren, welche ſie allein eine

geraume Zeit hindurch einathmen, ſehr nachtheilig werden muß. Dies ſtimmt auch mit den Beobachtungen der Aerzte überein, welche die Schwindſucht durch das Einathmen der Lebensluft haben heilen wollen.

Die Grundlage dieſer empyreiſchen oder reinen Luft, oder das Oxygene, wie ſie von den franzöſiſchen Scheidekünſtlern genennt wird, iſt auch einer von den Beſtandtheilen des Waſſers. Ich habe bereits erinnert, daß ſie auch die Materie iſt, welcher alle Säuren ihren ſauren Charakter verdanken. Der Schwefel zum Beyſpiel iſt ein ſehr unſchädlicher und geſchmackloſer Körper, bis er durch das Verbrennen, das heißt, durch Einſaugung des Sauerſtoffs ſich in Vitriolſäure verwandelt. Ob die Grundlage dieſer Empyrealluft eine einfache oder zuſammengeſetzte Subſtanz ſey, ſind wir nicht im Stande zu beſtimmen; indeſſen berechtigt uns der gegenwärtige Zuſtand der phyſiſchen Kenntniſſe dieſelbe als einen einfachen Elementarkörper zu betrachten. Denn man hat ſie noch nie zerſetzen können.

Erlaubten es die Gränzen dieſes Werkes, oder hätten uns die Unterſuchungen der Naturforſcher ſchon hinlängliche Materialien geliefert, ſo würde es eine ſehr angenehme Beſchäftigung für den denkenden Geiſt ſeyn, die Weisheit der Vorſehung in den vielen und großen Hülfsmitteln zu verfolgen, von welchen ſie Gebrauch macht, um uns mit dieſer nothwendigen Flüßigkeit zu verſehen. Es leuchtet in die Augen, daß unermeßliche Mengen dieſer Luftart durch die verſchiedenen Proceſſe des Verbrennens zerſtöhrt, oder um mich wiſſenſchaftlicher auszudrücken, verdichtet, und durch ihre Vereinigung mit entzündlichem Stoffe in Waſſer verwandelt werden. Dieſes Waſſer erhebt ſich wiederum in die Atmoſphäre in der Geſtalt von Dünſten; es fällt als Thau oder Regen auf die Blätter der Pflanzen nieder; daſelbſt findet vermöge der Wirkung der Sonnenſtrahlen eine neue Zerſetzung Statt, und jeder Zweig, jedes Blatt, jeder Grashalm beſchäftigt ſich mit der wohlthätigen Verrichtung,

die Atmoſphäre mit jener ſo wichtigen Flüßigkeit wieder zu verſehen. Ferner müſſen die Quantitäten reiner Luft, welche von den Metallkalken eingeſaugt werden, unermeßlich ſeyn; aber durch die verſchiedenen Proceſſe, dieſe Metalle zu ſchmelzen und wieder herzuſtellen, wird der Säureſtoff wieder in Freyheit geſetzt, und ein neuer Vorrath von dephlogiſtiſirter Luft erzeugt. Selbſt die Luft, welche das Odemhohlen verdorben hat, wird ohne Zweifel durch mancherley Proceſſe, welche großentheils unſerm Blicke verborgen ſind, wiederum gereinigt, und zum Odemhohlen von neuem tauglich gemacht. Denn die fixe Luft kommt in entbundenem Zuſtande verhältnißmäſig nur ſelten in der Natur vor, und man hat Grund anzunehmen, daß viele kohlengeſäuerte Körper durch die Zerſetzung derſelben mit Kohlenſäure verſehen werden.

Die Unwiſſenheit in den Verrichtungen der Natur iſt, wie ſchon das Sprüchwort ſagt, die einzige Quelle des Atheiſmus; und wer kann dieſe erſtaunenswürdigen Revolutionen, dieſen Kreislauf der Wohlthaten der Natur beobachten, ohne die unglaubliche Thorheit desjenigen zu belächeln, welcher ſich überreden kann, dieſe Anſtalten ſeyen ohne Verſtand oder ohne Abſichten eingerichtet.

Drittes Kapitel.

Vom Stickgas (Gas azotique) *) oder der phlogiſtiſirten Luft.

Stickgas iſt der zum Athemhohlen untaugliche Theil der Atmoſphäre. — Wie es erzeugt wird. — Die Fiſchblaſen ſind mit demſelben angefüllt. — Seine Eigenſchaften. — Stickſtoff (Azote), die Baſis der Salpeterſäure.

Das Stickgas wird von Lavoiſier Mofete, und von Prieſtley phlogiſtiſirte Luft genannt. Es macht ungefehr drey Viertel der Atmoſphäre aus. An und für ſich taugt es zum Odemhohlen nicht, und daher kommt auch die Benennung deſſelben Azote, weil es zur Unterhaltung des thieriſchen Lebens untauglich iſt. Die Naturforſcher haben bewieſen, daß dieſe Flüßigkeit in der Atmoſphäre vollkommen gebildet vorhanden ſey, und daß man dieſelbe erhalten könne, wenn man nur die reine Luft, oder den Säureſtoff, womit ſie in der atmoſphäriſchen Luft verbunden iſt, durch einen dritten Körper einſaugen läßt, oder zerſtöhrt.

Folglich bleibt das Stickgas immer zurück, nachdem eine Quantität atmoſphäriſcher Luft dem Athemhohlen der Thiere, der Verbrennung der Körper oder der Fäulniß aus-

*) Oder Luft, welche das Leben vernichtet. Aus der griechiſchen verneinenden Partikel α, und ζωή, das Leben. Doktor Prieſtley nennte ſie phlogiſtiſirte Luft, weil er glaubte, ſie beſtehe hauptſächlich aus einer eingebildeten Subſtanz, welche Stahl und ſeine Nachfolger Phlogiſton nennten. Dieſe Benennung iſt aber, wie man jezt weiß, irrig.

geſetzt geweſen iſt. Denn in allen dieſen Fällen wird die reine Luft verſchluckt oder verdichtet.

Das Stickgas iſt eben ſo unſichtbar, wie atmoſphäriſche Luft, und etwas elaſtiſcher. Kirwan erzeugte durch die Vermiſchung von Eiſenfeilſpänen und Schwefel eine Luft, welche ſo frey von Lebensluft war, daß ſie bey der Probe mit Salpeterluft nicht im mindeſten vermindert werden konnte. Wenn man dieſe Luftart ſo zubereitet und dann durch trocknes Seihepapier, das man unter das Gefäße, worin ſie ſich befindet, bringt, aller Feuchtigkeit beraubt, ſo verhält ſich ihr Gewicht zu dem Gewichte der atmoſphäriſchen Luft, wie 985 : 1000, wenn die Barometerhöhe 30,46, und der Thermometer ſtand 60° beträgt.

Verſchiedene andere Subſtanzen erzeugen dieſe Luftart gleichfalls. Fourcroy hat die Entdeckung gemacht, daß die Schwimmblaſen der Fiſche, und beſonders der Karpfen, mit derſelben angefüllt ſind, und daß man dergleichen Luft ſammlen kann, wenn man ſolche Blaſen unter gläſernen, im Waſſer umgekehrt ſtehenden Gefäßen öffnet. Aber die Luft, welche in der Zellſubſtanz der Seepflanzen enthalten iſt, hat man beträchtlich reiner, als atmoſphäriſche Luft gefunden.

Was die Eigenſchaften dieſer Flüßigkeit anbelangt, ſo iſt folgendes zu bemerken:

Erſtens das Stickgas giebt keine Zeichen von Säure zu erkennen. Denn es iſt nicht im Stande, die blauen Pflanzenſäfte roth zu färben *).

Zweytens es ſchlägt den im Waſſer aufgelösten Kalk nicht nieder. Denn wenn eine kleine Quantität Kalk-

*) Dies iſt das gewöhnliche Prüfungsmittel der Scheidekünſtler, ob eine Flüßigkeit eine Säure enthält. Sie tröpfeln gewöhnlich etwas weniges von der zu unterſuchenden Flüßigkeit in eine durchſichtige Phiole, welche Veilchenſyrup enthält. Das empfindlichſte Prüfungsmittel aber iſt ein mit Lackmustinktur gefärbter Streifen Papier, auf welchen man die Säure vermittelſt einer Feder bringt.

waſſer in eine mit dieſer Gasart angefüllte Röhre gegoſſen wird, ſo bleibt dieſe Flüßigkeit hell und durchſichtig: es fällt weder ein erdiger Niederſchlag zu Boden, noch bildet ſich ein Kalkhäutchen, woraus offenbar erhellt, daß dieſe Gasart ihrer Natur nach von fixer oder kohlengeſäuerter Luft abweicht.

Drittens eine andre Eigenſchaft dieſer Gasart beſteht darin, daß ſie brennende Subſtanzen ſchnell auslöſcht, und Thiere, welche hinein gebracht werden, tödtet. Man kann ſich hiervon überzeugen, wenn man ein Thier, oder ein brennendes Licht in ein mit dieſem Gas angefülltes Gefäß bringt: das Thier wird ſehr ſchnell erſticken, und das Licht augenblicklich auslöſchen.

Viertens das Stickgas wird durch die Pflanzen, welche unter gewiſſen Umſtänden Lebensluft von ſich geben, zum Athmen tauglich gemacht. Dieſe Eigenſchaft der Gewächſe beruht wahrſcheinlich darauf, daß ſie von dem Waſſer, welches ſie einſchlucken, den Waſſerſtoff zurückhalten, während daß ſie den Säureſtoff fahren laſſen. Es iſt kein Zweifel, daß die Stickluft wirklich ein Beſtandtheil der Atmoſphäre ſey. Denn wenn man drey und ſiebzig Theile derſelben mit ſieben und zwanzig Theilen reiner Luft vermiſcht, ſo erzeugt ſich eine Luftart, welche der atmoſphäriſchen ähnlich und eben ſo, wie dieſe, zum Athmen tauglich iſt *).

Fünftens es iſt jetzt eine unbezweifelte Thatſache, daß das Azote, oder die Grundlage der phlogiſtiſirten Luft im buchſtäblichen Sinne die Grundlage der Salpeterſäure **) iſt. Denn wird daſſelbe in dem gehörigen Ver-

*) Man ſ. Briſſon Th. 2. S. 35.

**) Es iſt beynahe unnöthig, den Leſer zu erinnern, daß Salpeterſäure diejenige Subſtanz iſt, welche gewöhnlich unter dem Nahmen Scheidewaſſer (aqua fortis) verkauft wird. Man wird ſich wundern, wenn man lieſt, daß die Luft, welche wir athmen, ihrer Natur nach nichts, als Scheidewaſſer ſey.

hältniſſe mit Säureſtoff oder reiner Luft vermiſcht, ohne deren Beytritt dieſe Grundlagen die ſaure Natur nicht annehmen können, und wird dieſe Miſchung dadurch, daß man einen elektriſchen Funken hindurch gehen läßt, entzündet, ſo erzeugt ſich immer gleichförmig Salpeterſäure, wie Cavendiſh durch ſeine Verſuche auſſer allen Zweifel geſetzt hat.

Sechstens neuere Entdeckungen haben auch dargethan, daß das flüchtige Laugenſalz durch eine Vereinigung dieſer Gasart mit Waſſerſtoff oder entzündlicher Luft gebildet werde.

Der fernere Gebrauch und die übrigen Eigenſchaften dieſer Luftart wird ſich beſſer erklären laſſen, wenn ich von der Atmoſphäre handeln werde.

Aber obgleich dieſe ätzende und äuſerſt tödtliche Flüßigkeit wirklich aus Stick- und Waſſerſtoff beſteht, ſo findet doch dieſer Unterſchied Statt, daß die gedachten Beſtandtheile in dem Scheidewaſſer innig mit einander gemiſcht, hingegen in der atmoſphäriſchen Luft nur zuſammen gemengt ſind.

Viertes Kapitel.

Fixe Luft-*) oder kohlengeſäuertes Gas (Gas carbonique.)

Die Grundlage dieſer Luft iſt die Elementarmaterie der Kohle. — Verbunden mit Säureſtoff. — Wege, dieſe Luft hervorzubringen. — Gährung. — Menge der in verſchiedenen Arten von Weinen enthaltenen fixen Luft. — Stickdampf. — Eigenſchaften der fixen Luft. — Große ſpecifiſche Schwere. — Kann, wie Waſſer aus einem Gefäße in das andere übergefüllt werden. — Widerſteht der Fäulniß.

Als ich zu Anfange dieſer Schrift die Beſtandtheile der Körper betrachtete **), ſahe ich die Kohle, wie ſich die franzöſiſchen Scheidekünſtler ausdrücken, als eine einfache Elementar-Subſtanz an. Das kohlengeſäuerte Gas aber macht keineswegs auf dieſen Charakter der Einfachheit Anſpruch. Es hat ſeinen Nahmen vom Kohlenſtoffe, weil die eigentliche Grundlage deſſelben die ſogenannte Grundmaterie der Kohlen iſt. Man nennt es ſauer, weil eine gewiſſe Menge Sauerſtoff mit in ſeine Zuſammenſetzung eingeht. Die Benennung Gas verdankt es der Feuermaterie, welche daſſelbe zu einer permanent elaſtiſchen oder luftförmigen Flüßigkeit macht.

Das

*) So nennte man ſie Anfangs, weil man glaubte, in einigen Körpern, z. B. in Kalk, Kreide u. ſ. w. befinde ſie ſich in einem eigentlich gebundenen oder fixen Zuſtande.

**) Man ſ. das zweyte Kapitel des erſten Buches.

Das Verhältniß der Beſtandtheile, welche zuſammen dieſe Luftart ausmachen, iſt folgendes: gegen achtzehn Theile Sauerſtoff und ſieben Theile derjenigen Materie, welche die franzöſiſchen Naturforſcher Kohle nennen.

Verbrennt man zum Beyſpiel in einem verſchloſſenen Gefäße Holzkohle mit Sauerſtoff-Gas, ſo iſt die Luft, welche nach der Verbrennung übrig bleibt, eben dieſes kohlengeſäuerte Gas. Aus Lavoiſiers und de la Place's Verſuchen zeigte es ſich, daß eine Unze Holzkohle zu ihrer Verbrennung drey und ein Drittel Unzen Lebensluft erfordere, und drey und eine halbe Unze fixer Luft hervorbringe.

Es giebt verſchiedene Methoden, fixe Luft oder kohlengeſäuertes Gas zu erhalten.

Erſtens vermittelſt der Gährung der Flüßigkeiten, bey welcher Operation die Erzeugung dieſer Luftart auf der Verbindung der Kohle des Zuckerſtoffes mit dem Säureſtoffe des Waſſers beruht.

Es iſt offenbar, daß ſich eine große Menge fixer Luft erzeugt, wenn vegetabiliſche oder thieriſche Subſtanzen, beſonders die erſtern, in einem Zuſtande von einiger Gährung ſich befinden. In Brauhäuſern liegt immer eine Schicht fixer Luft auf der Oberfläche der gährenden Flüſſigkeit, welche ſich bis an den Rand der Bottiche erhebt; und von der Erzeugung und Elaſticität der fixen Luft kommt es her, daß gährende Flüßigkeiten, wenn ſie ſich in verſchloſſenen Gefäßen finden, dieſelben oft mit großer Gewalt zerbrechen.

Um die Menge der fixen Luft, welche in verſchiedenen Weinarten enthalten iſt, zu beſtimmen, nahm Doktor Prieſtley eine mit einem eingeriebenen Stöpſel und einer Röhre verſehene Phiole, in welche ein anderthalb Unzenmaas gieng. Dieſe füllte er mit Wein an und tauchte ſie in ein Gefäß mit Waſſer. Den ganzen Apparat brachte er hierauf über ein Feuer, und ließ das Waſſer, worin die Phiole getaucht war, kochen. Das Ende der in dem Stöp-

ſel befindlichen Röhre leitete er unter die Mündung eines mit Queckſilber angefüllten und umgekehrten Recipienten. Die Hitze trieb nun die fixe Luft aus dem Weine heraus, welche, indem ſie in den Recipienten trat, in Geſtalt von Bläschen durch das Queckſilber in die Höhe ſtieg, einen Theil des Metalls aus dem Recipienten trieb und die Stelle deſſelben daſelbſt einnahm. Das Reſultat dieſer Verſuche wird für einige Leſer intereſſant, und für andre wenigſtens unterhaltend ſeyn.

Eine und eine halbe Unze Maderawein lieferte ein Hundertel Unzenmaas fixer Luft;

Portwein, ſechs Jahr alt, ein Acht und vierzigſtel
Rheinwein (hock), fünf Jahr alt, ein Vier u. zwanzigſtel
Clairet in Fäſſern ein Zwölftel
Tockayerwein, ſechszehn Jahr alt, ein Zwanzigſtel
Champagner, zwey Jahre alt, zwey Unzenmaas
Cyder in Flaſchen, zwölf Jahr alt, drey und ein Viertel.

Man kann ſich fixe Luft leicht verſchaffen, wenn man gleiche Theile braunen Farinzucker und gute Bierhefen mit einander vermiſcht und ungefehr zwey Mal ſo viel Waſſer hinzu thut. Hat man dieſe Miſchung in eine Phiole gethan, an welche man eine gekrümmte Röhre mit einem Korke oder Stöpſel bringen kann, ſo geräth ſie unmittelbar in Gährung, und giebt eine beträchtliche Menge fixer Luft von ſich, welche ſich in einer mit Queckſilber oder Waſſer angefüllten Phiole auffangen läßt.

Zweytens die fixe Luft erzeugt ſich ferner durch das Athemhohlen der Thiere. In dieſem Falle giebt der Sauerſtoff der eingeathmeten Luft einen Theil ſeiner Wärme zur Unterhaltung des Lebens her, und vereinigt ſich dagegen mit dem Kohlenſtoffe, welcher ſich aus dem Blute in den Lungen entbindet.

Drittens aus dem ſchon Angeführten erhellt, daß die fixe Luft auch durch die Verbrennung einer jeden kohlenſtoffhaltigen Materie erzeugt werden kann.

Viertens fixe Luft entbindet ſich gleichfalls in groſſer Menge vermittelſt der Wirkung der Säuren auf Kalkerde.

Man fülle eine Phiole, oder einen gläſernen Recipienten mit Waſſer an und kehre denſelben auf die in dem Kapitel von der dephlogiſtiſirten Luft beſchriebene Weiſe in einem halb mit Waſſer angefüllten Becken um. Dann thue man etwas gröblich gepulverten Kalk oder Marmor in eine andre Flaſche, ſo daß etwa der vierte oder der fünfte Theil davon voll wird, und gieße Waſſer darauf, bis daſſelbe das Pulver bedeckt. Dann gieße man etwas Vitriolſäure, der Menge nach etwa den vierten oder fünften Theil des gebrauchten Waſſers dazu, und bringe obgedachtermaſſen einen mit einer Röhre verſehenen Korkſtöpſel an die Flaſche. Sodann leite man das Ende der gekrümmten Röhre durch das Waſſer des Beckens hindurch und in den Hals der andern Flaſche, welche in dem Waſſer umgekehrt ſteht. Die Miſchung der Kalkerde und der Vitriolſäure wird dann aufzubrauſen anfangen, und Hitze ſich erzeugen, wie man fühlen kann, wenn man die Hand an die äuſſere Seite des Gefäßes bringt. Es entbindet ſich aus dieſer Miſchung eine große Menge fixer Luft, welche durch die gekrümmte Röhre hindurch geht, ſich in die im Waſſer umgeſtürzte Flaſche begiebt und in derſelben in die Höhe ſteigt. Auf dieſe Weiſe läßt ſich die umgekehrte Flaſche mit fixer Luft anfüllen. Verkorkt man dieſelbe hierauf unter Waſſer, ſo läßt ſie ſich von dem Becken wegnehmen und zum Gebrauch aufheben.

Fünftens weiter läßt ſich die fixe Luft in großer Menge austreiben, wenn man ~~bloß~~ Hitze an Kalk, Kreide, Bitterſalzerde, oder alkaliſche Körper in ihrem ſogenannten milden, dem ätzenden entgegengeſetzten Zuſtande bringt. Doktor Black's Verſuche haben gelehrt, daß dieſe Subſtanz ungefehr ein Drittel des Gewichtes jener Körper ausmacht. Folglich beſitzen die Laugenſalze und Kalkerden in ihrem ätzenden Zuſtande eine ſehr ſtarke Anziehung zu dieſer Flüſſigkeit; und ſie läßt ſich daher, wie bereits erinnert worden iſt, durch Schütteln mit Kalkwaſſer leicht verdichten.

Dieſe Gasart war den Bergleuten unter dem Nahmen des Stickdampfes, welchen ſie ſo wegen ſeiner tödtlichen, erſtickenden Wirkung nannten, längſt bekannt geweſen. Ihre Eigenſchaften laſſen ſich mit wenigen Worten aufzählen.

Erſtens ſie löſcht die Flamme aus.

Zweytens ſie iſt für das thieriſche Leben tödtlich.

Drittens ſie iſt ſchwerer, als gemeine atmoſphäriſche Luft.

Viertens da ſie ſaurer Natur iſt, ſo widerſteht ſie der Fäulniß.

Fünftens ſie macht Laugenſalze und ſo weiter mild.

Sechstens das Waſſer verſchluckt, bey dem gewöhnlichen Barometerſtande, und bey einem niedrigen Wärmegrade, von dieſer Gasart etwas mehr, als ſein Umfang beträgt. In dieſem Zuſtande giebt ſie dem Waſſer eine etwas ſäuerliche Natur, und macht es dadurch für den Geſchmack angenehm. Daher iſt die fixe Luft ein Beſtandtheil der meiſten Mineralwaſſer, und ſelbſt das Quell- und Flußwaſſer iſt ſelten ohne Luftſäure.

Siebentens ſie iſt gleichfalls ein Beſtandtheil aller gegohrnen Flüßigkeiten.

Bringt man einen angezündeten Wachsſtock in eine mit fixer Luft angefüllte Flaſche, ſo verliſcht die Flamme augenblicklich. Ein Thier, welches in ein mit dieſer Luftart angefülltes Gefäß eingeſchloſſen wird, muß unmittelbar ſterben.

Man findet dieſe fixe Luft viel ſchwerer, als atmoſphäriſche Luft. Denn ihr ſpecifiſches Gewicht verhält ſich zu dem Gewichte der letztern, wie 151 : 100.

Wegen ihres größern Gewichts ſenkt ſich dieſe Gasart immer auf den Boden des Gefäßes, worin ſie enthalten iſt. Ein Thier, welches in eine Schicht dieſer Luft gebracht wird, büßt augenblicklich ſein Leben ein; und in der Gegenwart dieſer Flüßigkeit iſt der Grund zu ſuchen, warum die Hundsgrotte in Italien für diejenigen Thiere tödt-

lich iſt, deren Reſpirations-Organe ſich unter der Horizontalfläche der Mündung dieſer Höhle finden. Man kann dieſes Gas aus dem einen Gefäße in ein anderes, gleichwie Waſſer, oder auch auf ein brennendes Licht gießen, welches dadurch eben ſo gut wie mit Waſſer ausgelöſcht wird.

Unter den vielen nützlichen Eigenſchaften der fixen Luft hat man auch den Umſtand bemerkt, daß das Waſſer, welches damit angeſchwängert worden iſt, ſehr große fäulnißwidrige Kräfte beſitzt. Die meiſten berühmten Mineralwaſſer laſſen ſich durch die Kunſt nachahmen, wenn man Waſſer mit fixer Luft anſchwängert, und alsdann diejenige Quantität von Salzen oder Metallen, beſonders von Eiſen, hinzu thut, welche die chemiſche Unterſuchung in jenen Mineralwaſſern entdeckt hat. Auf dieſe Eigenſchaft, der Fäulniß zu widerſtehen, gründet ſich die Meinung, daß fixe Luft und Pflanzen, Zucker und andre Materien, welche mit dieſem Grundſtoffe überflüßig verſehen ſind, bey fauligen Krankheiten die Dienſte kräftiger Heilmittel leiſten.

Die fixe Luft ſchützt gegen faulige Verderbniß nicht blos Früchte, ſondern auch Fleiſch, und zwar eine beträchtliche Zeit lang, ſelbſt bey dem heißeſten Wetter.

Fünftes Kapitel.

Entzündliche Luft, oder Waſſerſtoff-Gas (Gas hydrogene.)

Dieſe Luftart bildet die Grundlage des Waſſers. — Verhältniß des Waſſerſtoff- und Säureſtoff-Gas, welche jeder Bildung des Waſſers nöthig ſind. — Mittel, entzündliche Luft zu erzeugen. — Irrlichter. — Feuerdampf in Bergwerken. — Die leichteſte aller Flüßigkeiten. — Bemerkungswerthe Eigenſchaften. — Gebrauch derſelben zu Luftbällen. — Sonderbare Luft-Feuer-Werke.

Dieſer Flüßigkeit, welche wir entzündliche nennen, haben die franzöſiſchen Scheidekünſtler den Nahmen (Gas hydrogene *) gegeben, weil ihre Grundlage zugleich der eigenthümliche Beſtandtheil des Waſſers iſt. Was aber dieſe Grundlage ihrer Natur nach ſey, ob ſie zu den einfachen oder zuſammengeſetzten Körpern gehöre, iſt gegenwärtig unbekannt. Denn man kann ſie nicht von der Wärmematerie, welcher ſie ihre luftförmige Geſtalt verdankt, abſondern, ohne ſie an eine andre Subſtanz zu binden.

Nach Lavoiſier iſt das Waſſer aus fünf und achtzig Theilen Sauerſtoff und funfzehn Theilen Waſſerſtoff zuſammengeſetzt. Dieſer Naturforſcher hat ſich folgender Methode bedient, dieſe Gasart blos vermittelſt der Hitze zu erhalten **).

*) Von ὕδωρ Waſſer, und γείνομαι, ich erzeuge.

**) Man ſ. *Briſſon* to. II.

Man laſſe Waſſer tropfenweiſe durch einen Flintenlauf hindurch gehen, während daß man dieſen zwiſchen brennenden Kohlen rothglühend erhält. Eine gekrümmte Röhre ſey an dem einen Ende dieſes Flintenlaufs ſo angebracht, daß man ſie in ein mit Waſſer angefülltes gläſernes Gefäß, welches in der pneumatiſchen Wanne umgeſtürzt ſteht, leiten kann. Es geht alsdann in das gläſerne Gefäß eine luftförmige Flüßigkeit über, welche nichts anders als entzündliche Luft oder Waſſerſtoff-Gas iſt.

In dieſem Proceſſe erleidet das Waſſer eine Zerſetzung. Indem ſich nehmlich der Waſſerſtoff in den Glasrecipienten begiebt, vereinigt ſich der Sauerſtoff mit der Subſtanz des Flintenlaufes, und verwandelt die innere Oberfläche deſſelben in eine metalliſche Halbſäure, oder in den ſogenannten Eiſenroſt.

Aber vermittelſt der Säuren läßt ſich die entzündliche Luft in größerer Menge und auf eine bequemere Weiſe erhalten. Läßt man Eiſen, Zink oder Zinn in verdünnter Vitriol- oder Kochſalzſäure auflöſen, ſo entbinden ſich beträchtliche Quantitäten dieſer Gasart.

Auch in dieſem Falle wird das Waſſer zerſetzt. Man wird ſich von dieſer Zerſetzung überzeugen, wenn man bedenkt, daß man durch die verdichtete Vitriolſäure ſeine Abſicht nicht, wie durch die verdünnte erreicht, indem ſich dann weder Luft entbindet, noch das Eiſen auflöſet u. ſ. w.

Der Apparat zur Erzeugung dieſer Gasart iſt mit demjenigen einerley, welcher oben, wo ich von der Entbindung der fixen Luft handelte, beſchrieben worden iſt. Der Unterſchied beſteht blos darin, daß man anſtatt Kreide Eiſenfeilſpäne, kleine Nägel, kleine Stückchen Eiſendraht, oder gröblich gekörnten Zink nimmt. Zu dieſen Materialien thut man hierauf etwas mit Waſſer verdünnte Vitriolſäure und beobachtet hierbey daſſelbe Verhältniß, wie bey dem Proceſſe zur Erzeugung der fixen Luft.

Wenn man den elektriſchen Funken durch irgend eine Art von Oel gehen läßt, ſo entſteht Waſſerſtoff- oder entzündliches Gas. Denn dieſe Subſtanz iſt ein Beſtandtheil aller Oele. Daſſelbe läßt ſich vom Aether, und vom Alcohol oder gereinigtem Weingeiſte behaupten, worin gleichfalls eine große Menge Waſſerſtoff enthalten iſt.

Cavallo meldet uns, er habe dieſe Luftart aus den Teichen um London auf folgende Weiſe erhalten. Man fülle eine Flaſche von weiter Mündung mit Teichwaſſer an, und kehre ſie in dem Teiche um. Alsdann ſtöhre man mit einem Stocke den Schlamm auf dem Grunde des Teiches genau unter der Mündung der umgekehrten Flaſche um, ſo daß die aufſteigenden Luftbläschen ſich in der Flaſche anſammeln können. Dieſe Luft findet man bey damit angeſtellten Verſuchen entzündlich.

Die Irrwiſche (ignes fatui) rühren, wie man annimmt, von der entzündlichen Luft her, welche ſich häufig in ſumpfigen Boden findet, und durch den elektriſchen Funken entzündet wird.

Dieſe Gasart war, ſo wie die fixe Luft, den Bergleuten ſchon längſt bekannt geweſen, bevor ſie die Aufmerkſamkeit der Naturforſcher auf ſich zog. Die Steinkohlengräber und andre Arbeitsleute dieſer Klaſſe kannten ſie unter dem Nahmen des Feuerdampfs. Indeſſen findet ſie ſich in Bergwerken und Kohlengruben nur ſelten rein, ſondern iſt meiſtentheils mit ſchwefelichter Materie, oder mit dem ſogenannten Hepatiſchen Gas, oder mit kohlengeſäuerter Luft verbunden. Dieſe Beymiſchung ändert ihre ſpecifiſche Schwere ab, und macht ſie meiſtens etwas ſchwerer, als eine entzündliche Luft iſt.

Der Feuerdampf bildet gewöhnlich eine weiße Wolke in dem obern Theile der Grube und erſcheint einigermaſſen in kugelförmiger Geſtalt. Wegen ſeiner Leichtigkeit vermiſcht er ſich nicht mit der atmoſphäriſchen Luft, wenn nicht eine Bewegung Statt findet; und er iſt geneigt, in irgend

einer kleinen Höhlung am obern Theile der Grube Platz zu nehmen. Wenn er ſich ſo gebildet zeigt, ſo entzünden ihn gewöhnlich die Bergleute mit einem Lichte, indem ſie ſich zugleich flach auf das Geſicht niederlegen, um der Heftigkeit des Schlages zu entgehen. Jedoch entzündet er ſich nicht, wenn er nicht mit atmoſphäriſcher Luft in Berührung iſt, und zwar aus dem einleuchtenden Grunde, weil eine Beymiſchung von Sauerſtoff-Gas zu ſeiner Entzündung unumgänglich nothwendig iſt. Die Gefahr rührt einzig und allein daher, daß er bey der Annäherung irgend eines glühenden Körpers leicht Feuer fängt. Denn wenn der Feuerdampf aus reiner entzündlicher Luft beſteht, ſo iſt die Exploſion wie beym Schiespulver. Iſt er hingegen mit Kohlenſäure vermiſcht, ſo brennt er mit einer leckenden Flamme. Die leichteſte und ſicherſte Methode alſo die Grube von dieſer furchtbaren Flüßigkeit zu reinigen, beſteht darin, daß man eine lange Röhre durch die Grube hindurch bis zum Aſchenloche eines Ofens leitet, da der entzündliche Dampf immer angezogen werden wird, um das Feuer zu unterhalten.

Doktor Prieſtley hat durch Verſuche überzeugend dargethan, daß ſich keine Säure in der entzündlichen Luſt befindet. Er behauptet auch, daß Holzkohle durch die Hitze eines Brennglaſes ſich beynahe ganz in dieſe Luſtart verwandeln laſſe, daß aber zugleich bey dieſem Proceſſe etwas Feuchtigkeit erfordert werde. Allein die Unentbehrlichkeit der Feuchtigkeit zu dem Gelingen dieſes Verſuches zeigt unwiderſprechlich, daß der Schluß, welchen Prieſtley daraus gezogen hat, falſch iſt. Vollkommen reine Holzkohle, abgeſondert von jedem andern Körper, läßt ſich durch die Hitze nicht zerſtöhren. Aber wo Feuchtigkeit iſt, da iſt auch Waſſer. In dieſem Falle wird der Sauerſtoff des Waſſers von der Kohle angezogen, und bildet damit Kohlenſäure. Der Waſſerſtoff hingegen, als der zweyte Beſtandtheil des Waſſers, ſteigt im Recipienten in die Höhe.

Das reine Waſſerſtoff-Gas iſt die leichteſte unter allen elaſtiſchen Flüßigkeiten. Die ſpecifiſche Schwere deſſelben nehmlich verhält ſich zu der Schwere der gemeinen atmoſphäriſchen Luft, wie 8,04 : 100,00 *).

Die merkwürdigſten Eigenſchaften dieſer Gasart ſind folgende:

Erſtens ſie iſt höchſt entzündlich. Dieſe Eigenſchaft rührt daher, daß ſie ſich ſehr mit Sauerſtoff zu vereinigen ſtrebt, mit welchem verbunden ſie Waſſer bildet.

Zweytens ſie iſt, wie ich bereits erinnert habe, auſſerordentlich leicht.

Drittens die Metalle laſſen ſich aus ihrer Kalk- oder Halbſäuren-Form in den reguliniſchen Zuſtand ſehr leicht zurückbringen, wenn man ſie in einem mit dieſer Luftart angefüllten Recipienten erhitzt. Dieſes rührt gleichfalls von der Anziehung derſelben zum Sauerſtoffe her. In dieſem Falle wird nehmlich der Sauerſtoff von dem Metallkalke ausgetrieben, und indem er ſich mit dem Waſſerſtoffe in dem Recipienten vereinigt, ſo bleibt das Metall rein und in ſeiner natürlichen Gaſtalt zurück.

Viertens die Pflanzen vegetiren in dieſer Flüßigkeit, ohne ihrer Entzündbarkeit Eintrag zu thun.

Fünftens das Waſſer verſchluckt von dieſer Gasart ungefehr den dreyzehnten Theil ſeines Umfanges. Die Luft läßt ſich dann wieder durch die Hitze austreiben und iſt hernach noch eben ſo entzündlich als vorher.

Sechstens Waſſerſtoff-Gas oder entzündliche Luft iſt dem thieriſchen Leben tödtlich. Als Beweis dieſer Eigenſchaft füget Cavallo an, der Abbé Fontana habe in ſeiner Gegenwart eine groſe Blaſe mit entzündlicher Luft angefüllt, und ſie einzuathmen angefangen, nachdem er vorher die in ſeinen Lungen befindliche atmoſphäriſche Luft gewaltſam ausgeathmet hatte. Das erſte Einathmen verurſachte eine ſchmerzhafte Beklemmung der Lungen: bey dem zweyten Male wurde ſein Geſicht blaß, und das dritte Mal

*) Man ſ. Briſſon to. II. p. 77.

hatte er die Luft kaum eingeathmet, als er aus Schwäche auf die Knie niederfiel. Kleine Thiere werden auch durch ſehr wenig Einathmungen dieſer ſchädlichen Flüßigkeit getödtet.

Siebentens. Man behauptet, dieſe Gasart beſitze eine ſchwächere Brechungskraft der Lichtſtrahlen, als gemeine atmoſphäriſche Luft.

Die große Leichtigkeit des Waſſerſtoff-Gaſes iſt Urſache, daß man ſich dieſer Luftart am häufigſten zu Luftbällen bedient hat. Die Methode, einen Luftball zu füllen, beſteht darin, daß man den oben beſchriebenen Proceß, entzündliche Luft im Kleinen zu entbinden, ins Große erweitert.

Man kann vermittelſt dieſer Gasart ſehr beluſtigende Feuerwerke darſtellen. Man fülle Blaſen damit an, und befeſtige an dieſelben kupferne Hähne. Vermittelſt der letztern kann man nun die Luftart in eine Menge gläſerner Röhren leiten, welche in verſchiedene Formen gekrümmt, und an verſchiedenen Theilen mit kleinen Röhren verſehen ſind. Drückt man hierauf die Blaſen mehr oder weniger, je nachdem es die Abſicht erfordert, ſo geht die Luft in die Röhren über und tritt aus den kleinen Löchern heraus, an welche man einen brennenden Wachsſtock halten kann. Auf dieſe Weiſe fängt die Luft Feuer, und brennt ſo lange fort, bis ihre Zerſtöhrung durch Umdrehung des Hahns am Halſe der Blaſe abgeſchnitten wird. Dieſe Luftfeuerwerke können verſchiedene Geſtalten, bewegliche ſowohl, als unbewegliche, darſtellen, und überdies mit verſchiedenen Farben geziert werden. Eine weiß gefärbte Flamme erhält man, wenn man entzündliche Luft nimmt, welche aus gewöhnlichen Kohlen entbunden worden iſt. Vermiſcht man dieſe Luft zu gleichen Theilen mit atmoſphäriſcher, ſo erhält man eine blaue Flamme. Das reine Waſſerſtoff-Gas aus Metallen gibt eine rothe Flamme; und wenn durch das Athemhohlen etwas kohlenſaures Gas oder fixe Luft beygemiſcht worden iſt, ſo bekommt die Flamme ein ſchönes purpurfarbenes Anſehen *).

*) Man ſehe Briſſon To. II. p. 81.

Sechstes Kapitel.

Salpeterluft oder Gas.

Natur dieſer Flüßigkeit. — Wie ſie erzeugt werde. — Ihre Eigenſchaften. — Widerſteht der Fäulniß. — Verſchluckt und verdichtet die reine Luft. — Eudiometer.

Das Salpetergas muß man eigentlich als einen mittlern Zuſtand jener Elementar-Subſtanz anſehen, welche die Grundlage ſowohl des Stickgaſes als der Salpeterſäure ausmacht. Stickſtoff, mit Sauerſtoff vollkommen geſättigt bildet blaſſe Salpeterſäure; mit einer kleinern Menge die gewöhnliche orangenfarbige und rauchende Salpeterſäure; mit noch weniger Sauerſtoff Salpetergas; und wenn er mit Sauerſtoff gar nicht verbunden iſt, ſo führt er den Nahmen Stickgas. In dem Zuſtande des Stickgaſes iſt er unauflöslich, aber im Verhältniß der Menge des Sauerſtoffs, womit es ſich verbindet, wird, ſeine Neigung einen luftförmigen Zuſtand anzunehmen, ſchwächer, und ſeine Anziehung zum Waſſer ſtärker.

Um ſich Salpeterluft zu verſchaffen, thue man Kupfer, Meßing oder Queckſilber zuerſt in einer ſolchen Menge, daß ungefehr ein Drittel der Flaſche angefüllt wird, in eine ſolche Vorrichtung, dergleichen man ſich bey den übrigen Luftarten bedient hat; alsdann gieße man ſoviel Waſſer darauf, daß das Metall ſo eben davon bedeckt werde. Endlich thue man ungefehr die Hälfte oder ein Drittel von der Salpeterſäure hinzu, je nachdem die Stärke derſelben beſchaffen iſt.

Die Salpeterluft enthält in hundert Granen acht und ſechzig Gran Sauerſtoff und zwey und dreyſig Gran Stickſtoff.

Die unterſcheidenden Eigenſchaften dieſer Gasart hängen von ihrer Verwandſchaft mit der Salpeterſäure ab.

Erſtlich. Die Salpeterluft iſt eben ſo unſichtbar und durchſichtig als atmoſphäriſche Luft. Was ihren Geruch anlangt, ſo gleicht ſie der Salpeterſäure. Obgleich dieſe Luftart die Flamme auslöſcht, ſo kann ſie doch durch gewiſſe Proceſſe in einen ſolchen Zuſtand gebracht werden, daß ein Licht darin mit vergrößerter Flamme brennt; und dann wird ſie das, was Doktor Prieſtley dephlogiſtiſirte Salpeterluft nennt.

Der Umſtand, daß ſie in dieſem Falle die Flamme unterhält, beruht offenbar auf der großen Menge Sauerſtoff, welche alsdann in ihre Zuſammenſetzung eingeht.

Zweytens wird Sauerſtoff-Gas oder Feuerluft zu Salpeterluft geſezt, ſo theilt ſie derſelben den ſauren Charakter mit, und dieſe wird zu wahrer Salpeterſäure. Cavendiſh ſchwängerte fünfzig Unzen diſtillirtes Waſſer mit zwey und funfzig Unzenmaas Salpeterluft, welche mit ſoviel atmoſphäriſcher Luft vermiſcht war, als zu ihrer Zerſetzung erfordert wurde: das Waſſer wurde auf dieſe Weiſe merklich ſauer, und als es diſtillirt wurde, ſo gieng zuerſt eine ſehr ſaure, mit einem ſtechenden Geruche verſehene Flüſſigkeit über; was zu nächſt kam, beſaß weder Geſchmack noch Geruch; aber dasjenige, was zulezt übergieng, beſtand aus ſehr ſchwacher Salpeterſäure *).

Drittens. Unter allen verſchiedenen Luftarten ſcheint dieſe für das thieriſche Leben am nachtheiligſten zu ſeyn. Inſekten, welche Stickluft und entzündbares Gas vertragen können, ſterben augenblicklich, wenn ſie in die Salpeterluft gebracht werden. Sogar die Fiſche können in dem Waſſer nicht leben, welches damit angeſchwängert worden iſt.

*) Man ſ. Philoſophical Transactions 1784.

Es mag etwas auſſerordentliches ſcheinen, daß die Salpeterluft, welche von ſo ſchädlicher Natur und in ihren Eigenſchaften der gemeinen atmoſphäriſchen Luft ſo ganz entgegen geſezt iſt, dennoch weſentlich aus denſelben Grundſtoffen beſteht, und nur in dem Verhältniſſe derſelben abweicht. Um dieſe Schwierigkeit zu heben; iſt es nothwendig, dasjenige zu erinnern, was ich ſchon mehr als einmal über den Unterſchied zwiſchen Miſchung und inniger Verbindung geſagt habe. Bey bloßer Miſchung behalten die zwey gemiſchten Körper immer noch ihre eigenthümlichen, beſondern Eigenſchaften; aber bey chemiſcher Verbindung entſteht aus den zwey verbundenen Subſtanzen eine dritte neue, welche von jenen beyden in ihrer Natur und ihren Eigenſchaften gänzlich abweicht. Zum Beyſpiel aus Seeſalzſäure oder Kochſalzgeiſt und ätzendem Laugenſalze, beydes höchſt ſcharfen Subſtanzen, entſteht jener unſchädliche und heilſame Körper, nemlich das gemeine Küchenſalz; und aus zwey, dem menſchlichen Körper unſchädlichen Dingen, dem Schwefel und dem Sauerſtoff, bildet ſich die ätzende Vitriolſäure oder der Schwefelgeiſt. In der gemeinen atmoſphäriſchen Luft befinden ſich der Stick- und Sauerſtoff zwar in einem Zuſtande von Miſchung, aber ſie ſind nicht miteinander chemiſch verbunden. Denn ſoll eine ſo innige Vereinigung ſtatt finden, ſo wird dazu der Beytritt eines ſtarken Wirkungsmittel, zum Beyſpiel, des Feuers von einem elektriſchen Funken erfordert, ohne deſſen Dazwiſchenkunft der Stickſtoff zu dem Sauerſtoffe wenig oder gar keine Anziehung zu äuſſern ſcheint. In dem gewöhnlichen Proceſſe des Odemhohlens werden die gemiſchten Subſtanzen in die Lungen gezogen, und es iſt wahrſcheinlich, daß ſie in dieſem Proceſſe bald wieder getrennt, und eine jede verſchiedentlich verwendet werde. In der Salpeterluft befinden ſich der Stick- und Sauerſtoff in einem Zuſtande von chemiſcher Vereinigung und ſie machen hier eine dritte Subſtanz aus, welche ſich in ihren Eigenſchaften von jenen beyden Beſtandtheilen unterſcheidet.

Dieſe Subſtanz iſt in der That nichts anders, als eine unvollkommene Salpeterſäure in luftförmiger Geſtalt. Ob alſo gleich der Stickſtoff in ſeinem einfachen, nicht chemiſch verbundenen Zuſtande keine Anziehung zum Sauerſtoffe beſitzt, ſo verhält er ſich doch ganz anders, wenn er durch die chemiſche Verbindung zu einer Säure geworden iſt. Alsdann beſitzt er eine ſehr ſtarke Anziehung zu derjenigen Subſtanz, welche nothwendig gefordert wird, um demſelben den ächten ſauren Charakter mitzutheilen, und er ſchluckt ſie ſo lange ein, bis er den von den Scheidekünſtlern ſo genannten Sättigungspunkt erreicht, daß heißt, bis es eine vollkommene Säure wird. Dies iſt die Urſache, warum er dann den reinen Theil der Atmoſphäre ſo begierig an ſich zieht und verdichtet.

Viertens. Die Salpeterluft beſitzt die Eigenſchaft, thieriſche Subſtanzen gegen Fäulniß zu ſchützen, und die bereits angegangenen wieder friſch zu machen, in einem noch höhern Grade als die fixe Luft. Vielleicht beruht hierauf hauptſächlich das Vermögen des Salpeters, der Fäulniß zu widerſtehen.

Als man zwey Mäuſe, wovon die eine ſo eben erſt getödtet, die andere aber ſchon faul und weich war, in ein mit Salpeterluft angefülltes Gefäß gebracht hatte, und ſie darin fünf und zwanzig Tage lang in den Monathen Julius und Auguſt liegen lies, ſo bemerkte man nach Verlauf dieſer Zeit wenig oder gar kein Veränderung in der Menge der Luft. Beyde Mäuſe waren vollkommen friſch: die erſte noch ganz feſt, und das Fleiſch der zweiten noch ganz weich, aber nicht im mindeſten angegangen.

Zu Folge dieſer Verſuche empfiehlt Doktor Prieſtley die Salpeterluft als ein fäulnißwidriges Mittel. Aber zum Unglück werden thieriſche Subſtanzen, ob ſie ſich gleich durch Salpetergas mehrere Monate hinter einander vor der Fäulniß bewahren laſſen, doch auf dieſe Weiſe ausge-

trocknet, verunſtaltet, dem Gaumen widerlich, ſo daß die Entdeckung für das gemeine Leben von geringem Nuzen iſt.

Fünftens. Die ſpecifiſche Schwere der Salpeterluft verhält ſich zu der Schwere der atmoſphäriſchen, wie 1195 : 1000.

Sechstens. Eine der merkwürdigſten Eigenſchaften dieſer Luft iſt, daß ſie, wenn ſie mit der dephlogiſtiſirten Luft in Berührung kommt, ſich verdichtet, oder am Umfange abnimmt. Auf dieſe Weiſe wird ſie zu einem Prüfungsmittel der in der Atmoſphäre enthaltenen Quantität jener reinen Luftart.

Vermiſcht man ſie mit reiner dephlogiſtiſirter Luft, ſo vermindert ſie ſich faſt auf nichts, während daß ſich etwas Salpeterſäure durch die Zerſetzung der Salpeterluft erzeugt. Da aber unſre Atmoſphäre immer mit einer beträchtlichen Menge phlogiſtiſirter Luft vermiſcht iſt, auf welche die Salpeterluft keine Wirkung äuſſern kan, ſo iſt die Verminderung in dieſem Falle niemals ſo anſehnlich. Auf dieſem Grunde beruht die Einrichtung der Eudiometer, oder der Inſtrumente, die Reinheit der Luft zu meſſen.

Der Mechaniſmus dieſes Werkzeugs iſt folgender. Man nehme (Taf. 19. Fig. 4.) eine gläſerne Röhre, welche ungefähr neun Zolle lang, und an dem einen Ende verſchloſſen iſt, und gegen drey Viertelzoll im Durchmeſſer hält. Man fülle ſie mit Waſſer und kehre ſie in demſelben um. Dann nehme man eine kleine Phiole, deren Inbegriff etwa ein halbes Unzenmaas beträgt, fülle ſie mit gemeiner atmoſphäriſchen Luft, tauge ſie unter das Waſſer, welches ſich mit der umgekehrten Röhre in einerley Becken befindet, und laſſe dieſe Luftmenge in die Röhre übergehen: ſie wird darin in die Höhe ſteigen und das Waſſer herab drücken. Man mache an der Röhre da ein Zeichen, wo die Horizontalfläche des Waſſers nun in ihr ſteht, um zu bemerken, wie viel von der Röhre dieſes Maas

Luft

Luft angefüllt hat. Auf dieſelbe Weiſe bringe man in die Röhre noch drey bis vier Maas atmoſphäriſche Luft, und bemerke bey einem jeden neuen Maaße die Höhe des Waſſerſtandes. Bringt man nach dieſer Vorbereitung drey Maas entweder von Salpeter- oder von gemeiner atmoſphäriſcher Luft in die Röhre, ſo drücken ſie das Waſſer bis auf das dritte Zeichen herab. Hingegen wenn man zwey Maas atmoſphäriſche Luft und ein Maas Salpeterluft, oder umgekehrt ein Maas atmoſphäriſche und zwey Maas Salpeterluft in die Röhre bringt, ſo ſinkt das Waſſer bey weitem noch nicht bis zum dritten Zeichen herunter. Wenn dieſe zwey Luftarten zuerſt in Berührung kommen, ſo bekommt die Miſchung ein röthliches Anſehen, welches aber bald wieder verſchwindet, und das Waſſer, welches gleich Anfangs beynahe das dritte Zeichen erreichte, ſteigt allmählig in der Röhre aufwärts, und geräth ungefähr nach zwey bis drey Minuten ſo ziemlich in Ruhe, woraus erhellt, daß die Vermindrung des Umfangs der Miſchung allmählig ſtatt findet.

Die Salpeterluft läßt ſich keineswegs in Waſſer auflöſen, noch beſitzt ſie einige Spuren von Säure; denn ſie hat nicht das Vermögen, die blauen Pflanzenſäfte roth zu färben, wofern ſie nicht vorher mit atmoſphäriſcher oder dephlogiſtiſirter Luft vermengt worden iſt, wodurch ſie erſt den wahren ſauren Charakter erhält. *)

*) Man ſ. Briſſon to. II p. 39.

Siebentes Kapitel.

Von der Schwefelleberluft.

Natur dieſer Gasart. — Mittel, dieſe Luft hervorzubringen. — Ihre Eigenſchaften. — Ein vorzüglicher Beſtandtheil der ſchwefelhaltigen Mineralwaſſer. — Färbt Metalle ſchwarz. — Wie dieſe Luft zerſetzt werde u. ſ. w. —

Gengembre, welcher dieſe Luftart zergliedert hat, betrachtet ſie als ein Gemiſch aus reinem Waſſerſtoff und Schwefel. Die leichteſte Methode, ſich dieſe Gasart zu verſchaffen, beſteht darin, daß man Kochſalzſäure auf Schwefelleber *) gießt, wodurch ſie in beträchtlicher Menge entbunden wird. Sie erzeugt ſich gleichförmig aus allen Schwefellebern, ſie mögen mit Laugenſalzen oder mit Erden zubereitet worden ſeyn.

Verſchiedene Verſuche aber ſcheinen jetzt dargethan zu haben, daß, da die Schwefelleberluft aus Schwefel und Waſſerſtoff in gewiſſen Verhältniſſen zuſammen geſetzt iſt, dieſelbe nicht erzeugt werden kann, wofern nicht Waſſer zugegen iſt, welches durch ſeine Zerſetzung den Waſſerſtoff liefert. Bringt man alſo kochſalzſaure Luft zu einer ſehr trocknen Schwefelleber, ſo wird ſich wegen des Mangels an Feuchtigkeit ſchwerlich etwas Schwefelleberluft erzeugen. Schwefelleber, welche man erhitzt, giebt Schwefelleber-Gas von ſich, wenn man auch bloßes Waſſer ohne

*) Hierunter verſteht man eine Subſtanz, welche man gewöhnlich dadurch hervorbringt, daß man feuerbeſtändiges Alkali oder Weinſteinſalz mit Schwefel zuſammen ſchmelzt.

Säure hinzu thut. In dieſem Falle erleidet das Waſſer gleichfalls eine Zerſetzung: der Waſſerſtoff deſſelben verbindet ſich mit einem Theile des Schwefels und erzeugt Schwefelleberluft, dahingegen vereinigt ſich ſein Sauerſtoff mit einem andern Theile des Schwefels, bringt mit demſelben Vitriolſäure hervor, und dieſe Säure macht mit dem Laugenſalze ein Neutralſalz, welches ſich leicht abſondern läßt.

Die Schwefelleberluft hat folgende Eigenſchaften.

Erſtens. In Waſſer iſt ſie ſehr auflöslich. Sie verwandelt dann daſſelbe in eine Flüſſigkeit, welche mit den natürlichen Schwefelwaſſern vollkommen übereinſtimmt.

Zweytens. Sie verpuft mit Lebensluft, wenn man an dieſe Miſchung Feuer bringt.

Drittens. Es iſt noch nicht völlig ausgemacht, auf welche Weiſe ſich der Schwefel in der Schwefelleberluft aufgelöſet findet. Schwefel, welchen man in entzündlicher Luft, welche durch Queckſilber geſperrt wird, vermittelſt eines Brennglaſes ſchmelzt, erzeugt eine Flüſſigkeit, welche die Eigenſchaften der Schwefelleberluft beſitzt; und läßt man entzündliche Luft durch ſchmelzenden Schwefel hindurch gehen, ſo verwandelt ſie ſich in Schwefelleberluft.

Viertens. Der Geruch dieſer Luftart iſt ſehr widerlich, und die Dämpfe derſelben äuſſern auf viele metalliſche Subſtanzen, beſonders auf Bley, Silber, Kupfer und ſo weiter, ſehr unangenehme Wirkungen, indem ſie ihre Farbe zerſtöhren und ſie beynahe ſchwarz färben.

Fünftens. Sie iſt dem Athemholen äuſſerſt ſchädlich.

Sechstens. Sie läßt ſich durch Vitrioliſches und Salpetergas, durch Lebensluft, und durch die Berührung der atmoſphäriſchen Luft zerſetzen, in welchem Falle ſich etwas Schwefel niederſchlägt. Wegen ihrer ſtarken Anzie-

hung zu einigen Metallen und ihren Kalken kann ſie als Grundlage gewiſſer ſympathetiſcher Dinten dienen.

Das flüchtige Laugenſalz und die meiſten Säuren laſſen ſich gleichfalls in eine luftförmige Geſtalt bringen. Man unterſcheidet ſie alsdann durch die Benennungen der laugenſalzigen und ſauren Luftarten. Allein es iſt unnöthig, ſchon hier von denſelben zu handeln, und man wird ihre Natur in dem folgenden Buche beſſer einſehen lernen, wo die Säuern und Laugenſalze betrachtet werden ſollen.

Achtes Kapitel.

Von der atmoſphäriſchen Luft.

Der Dunſtkreis beſteht vorzüglich aus zwey Luftarten. — Enthält auch fixe Luft und zufällig auch andere Subſtanzen. — Wirkungen dieſer Miſchungen auf Metalle und Purpurfarben. — Mittel die Atmoſphäre von faulen Dünſten und fixer Luft zu reinigen. — Wirkungen der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit. — Hygrometer. — Kälte in den höhern Gegenden der Atmoſphäre. — Urſache.

Was ich bisher von den verſchiedenen Arten elaſtiſcher Flüſſigkeiten geſagt habe, iſt vorzüglich darum wichtig, weil wir ohne die Kenntniß dieſer Flüſſigkeiten ſchlechterdings nicht im Stande ſind, die Natur der Atmoſphäre, in welcher wir uns befinden, und welche an und für ſich eine der wichtigſten Grundurſachen unſrer Exiſtenz iſt, vollkommen zu verſtehen.

Als ich von verſchiedenen Luftarten einzeln handelte, war es gewiſſermaſſen nöthig, einiges eigentlich hieher gehörige voraus zu ſchicken. Ich habe nehmlich ſchon oben erinnert, daß unſre gemeine atmoſphäriſche Luft nicht, wie man ehedem allgemein annahm, eine einfache, gleichförmige Flüſſigkeit ſey, ſondern daß ſie eigentlich aus zwey verſchiedenen Luftarten beſtehe, welche ich unter dem Nahmen des Stick- und Sauerſtoff-Gas, oder phlogiſtiſirten und Lebensluft beſchrieben habe.

In hundert Theilen atmoſphäriſcher Luft ſind gegen zwey und ſiebzig Theile Stickſtoff-Gas, ſieben und zwanzig Theile reine Luft und ein Theil kohlengeſäuerte oder fixe Luft, welche meiſtens mit jenen zwey Beſtandtheilen verbunden iſt; oder um mehrerer Verſtändlichkeit wegen runde Zahlen zu brauchen, kann man ſagen, daß die atmoſphäriſche Luft ein gutes Viertheil reine oder athembare Luft enthält; daß hingegen die drey übrigen Viertheile zum Odem holen und auch zur Unterhaltung der Flamme untauglich ſind, indem dieſelbe Flüßigkeit, welche die Flamme unterhält, auch das thieriſche Leben unterſtützt.

Verbrennt man irgend eine entzündliche Subſtanz in einem mit atmoſphäriſcher Luft angefüllten verſchloßenen Gefäße, ſo findet man, daß ungefähr der vierte Theil vom ganzen Umfange der Luft verſchwindet, und daß die Verbrennung allmählich in eben dem Verhältniße aufhört, wie die zur Unterhaltung derſelben nothwendige Flüßigkeit abnimmt.

Eben dieſelbe Menge wird durch den Proceß des Odemhohlens zerſtöhrt, die Fäulniß trennt gleichfalls die reine Luft; und das Vermögen, die beyden Flüßigkeiten von einander abzuſondern und wieder mit einander zu vereinigen, wovon ſich das letztere bewerkſtelligen läßt, wenn man beyde Luftarten durch künſtliche Mittel hervor bringt, beweißt augenſcheinlich, daß ſie in ihrer Natur und in ihren Eigenſchaften von einander abweicht, ſo wie man zugleich daraus folgern kann, daß ſie in der Luft unſers Dunſtkreiſes mit einander vereinigt ſind.

Da das Stickgas ſpecifiſch leichter, als reine Luft iſt, ſo iſt es natürlich auf die Vermuthung zu kommen, daß, weil ſich dieſe zwey Flüßigkeiten in der Atmoſphäre nur gemiſcht, aber nicht chemiſch, daß heißt, innig vereinigt befinden, bey ihnen eine von ſelbſt erfolgende Trennung von einander ſtatt finden müße, und daß ſich die Stickluft in die höhern Regionen der Atmoſphäre erheben

werde. Nun lehren aber die Verſuche mit dem Eudiometer, daß die obern Luftregionen wirklich eine größere Menge reinerer Luft, als die der Oberfläche der Erde näher befindlichen enthalten. Ob dies von der Anziehung, welche der Stickſtoff gegen die Erde äuſſert, oder von irgend einer uns noch unbekannten Eigenſchaft des Sauerſtoffs herzuleiten ſey, können wir nicht beſtimmen. Wir müßen uns begnügen, die Thatſache, ſo wie wir ſie finden, zu nehmen, ohne eine Erklärung derſelben verſuchen zu wollen. *)

Nach dem ſtarken Verbrauche des Sauerſtoff-Gas durch verſchiedene natürliche ſowohl, als künſtliche Proceſſe ſollte man erwarten, daß zuweilen in der Atmoſphäre ein Mangel an dieſer Flüßigkeit eintreten müße. Aber die Weisheit der Vorſehung zeigt ſich in dieſem, ſo wie in einem jedem andern Falle. Denn wir haben bereits geſehen, daß den natürlichen Proceſſen, welche dieſe Luftart zerſtöhren, durch andre, welche dieſelbe erzeugen, ſo ziemlich das Gleichgewicht gehalten wird.

Der unermüdete Scheele hat in Stockholm eine Reihe von Verſuchen angeſtellt, wodurch er die Güte der Luft im Verlaufe eines Jahres jeden Tag zu beſtimmen ſuchte. Er fand, daß die Verminderung durch das Eudiometer niemals über ein Drittel, und auch zu keiner Zeit weniger als acht drey und dreyſigſtel betrug. Die Menge der Lebensluft war in den Monathen März, November und December am geringſten, und überhaupt im Winter kleiner, als in den Sommermonathen; welcher Unterſchied von der überflüſſigen Erzeugung dieſer Materie durch die ſtarke Vegetation, welche in der letztern Periode ſtatt fin-

*) Als man eine Miſchung von Feuer- und entzündlicher Luft die ganze Nacht über aufbewahrt hatte, ſo fand man ſie am nächſten Morgen in dem vollkommenſten Zuſtande der Miſchung, und der elektriſche Funke gieng mit dem gewöhnlichen Erfolge durch ſie hindurch. *Prieſtley's* Experiments Vol. VI. p. 87.

det, hergeleitet werden kann. Die Seeluft wird meiſtens reiner geſunden, als in Gegenden, welche von der See entfernt liegen.

So auſſerordentlich auch dieſe Miſchung von Flüßigkeiten in der Atmoſphäre ſcheinen mag, ſo wird ſie doch zu unſrer Geſundheit und ſogar zu unſrer Exiſtenz weſentlich erfordert. Sie beweißt die Güte und Weißheit des Schöpfers eben ſo überzeugend, als alle ſeine übrigen wohlthätigen Einrichtungen.

Dieſe reine Lebensluft, ſagt Briſſon, welche in einer mäßigen Quantität ſo geſund und nothwendig iſt, muß, gleichwie geiſtige Flüßigkeiten, oder heilſame Arzneymittel, vorſichtig gebraucht werden, und würde uns, wenn wir ſie im Uebermaße brauchten, tödtlich werden. Wenn wir reine oder Sauerſtoff-Luft ohne irgend eine Beymiſchung einathmeten, ſo würden wir wegen der unnatürlichen und tödlichen Anhäufung der Wärmematerie in unſern Körpern, unausbleiblich umkommen; und beſtände die ganze Atmoſphäre blos aus Lebensluft, ſo würde die Verbrennung nicht auf die allmählige und gemäßigte Weiſe, welche zu unſern Abſichten nothwendig iſt, vor ſich gehen können, ſondern, ſelbſt Eiſen und ſelbſt die Metalle müßten mit einer Heftigkeit auflodern, wodurch alles in dem ganzen Umfange der Natur zerſtöhrt werden müßte.

Inzwiſchen iſt die Luft unſrer Atmoſphäre keine ſo einfache Subſtanz, daß man in ihr nur zwey Beſtandtheile annehmen könnte. Auſſer der kleinen Menge kohlengeſäuerten Gas oder fixer Luft, welche, wie ich zu Anfange dieſes Kapitels erinnert habe, den hunderſten Theil ihres Umfanges ausmacht, befindet ſich gewöhnlich, wie man weiß, in der Atmoſphäre eine groſſe Menge Waſſer, welche zuweilen vollkommen aufgelößt oder gänzlich unſichtbar, andere Male aber in der Geſtalt von Nebeln oder Wolken ſichtbar iſt. Die Atmoſphäre iſt ferner der allgemeine Recipient aller derjenigen Subſtanzen, welche der Ausdün-

ſtung unterworfen ſind, und welche ihren luftförmigen Zuſtand bey der gewöhnlichen Thermometer- und Barometerhöhe beybehalten.

Die gemiſchte Beſchaffenheit der atmoſphäriſchen Luft, beſonders aber die Beymiſchung des kohlengeſäuerten Gas oder der fixen Luft bringt verſchiedene Wirkungen hervor, wovon einige hier eine Erwähnung verdienen.

Weil die fixe Luft eigentlich eine unvollkommene Säure iſt, ſo erzeugt ſie in den Metallen den Roſt, und verändert diejenigen Purpurfarben, welche aus vegetabiliſchen Subſtanzen gezogen worden ſind. Dies iſt eine Wirkung, welche ſehr viele Perſonen beobachtet haben, obgleich die Urſache derſelben ihnen verborgen geblieben iſt; und der Umſtand, daß dergleichen Farben ſo gar leicht verſchießen, hat faſt immer ihren Gebrauch verhindert.

Die atmoſphäriſche Luft wird meiſtens durch die Zerſtöhrung ihres reinen Beſtandtheils und die Erzeugung des kohlengeſäuerten Gas verdorben, wie bey den meiſten Proceſſen des Verbrennens und beym Odemhohlen zu geſchehen pflegt.

Soll man die atmoſphäriſche Luft von der Kohlenſäure, welche ſich in derſelben zu häufig finden kann, reinigen, ſo erreicht man ſeine Abſicht hinlänglich, wenn man ſie auf irgend eine Weiſe mit Kalkwaſſer in Berührung bringt. Ein in dieſe Flüßigkeit eingetauchtes Stück Zeug, welches man unten am Fußboden eines Zimmers aufhängt, reicht meiſtens hin, die Luft deſſelben von jeder Beymiſchung der fixen Luft zu reinigen.

Verbrennung und Odemhohlen ſind aber nicht die einzigen Wege, worauf die atmoſphäriſche Luft verdorben werden kann. Alle Arten von Phoſphor, Schwefelleber, Terpenthinöl, Firniſſe, Münzen- Zimmtöl und ſo weiter, Salpeterſäure und ſogar Salpeteräther vermindern und verderben dieſelbe zu gleicher Zeit.

Die atmoſphäriſche Luft wird ferner ungeſund durch die Einſaugung fauler *), oder entzündlicher Dünſte, durch das Verpuffen des Schiespulvers, durch Oelfarben, durch den flüchtigen Salmiackgeiſt, durch Weingeiſt, durch jede Art von Wohlgerüchen, oder künſtlichen Räuckerſachen, durch die Dünſte friſch getünchter Wände, durch alle faule Subſtanzen und beſonders durch ſtillſtehendes Waſſer. Alle dieſe Subſtanzen verbreiten eine Menge entzündlicher Luft oder entzündlicher Dünſte in der ſie umgebenden Atmoſphäre, und einige davon verzehren die darin befindliche reine oder Lebensluft. Sogar die Dünſte des reinen Waſſers in beträchtlichen Mengen ſind für das thieriſche Leben nachtheilig. Muſchenbroek beobachtete, daß ein Vogel darin große Beklemmung fühlte; daß Weineßigdünſte eine ähnliche Wirkung äuſſerten; daß die Dünſte von Weingeiſt einen Vogel tödteten, und daß verſchiedene andere dem Leben gleichfalls tödtlich wurden **).

Aus dieſen Thatſachen erhellt, daß das Begraben der Todten in volkreichen Städten eine tadelnswürdige und gefährliche Verſpottung aller guten Policey iſt. Ich kenne eine gewiſſe große Stadt, wo die Todten auf den Begräbnißplätzen in der Mitte der Stadt nicht ſechs Zoll tief unter der Oberfläche der Erde begraben werden; und in London verhält ſich die Sache ungeachtet der Parlamentsacte nicht viel beſſer, da man dieſer Acte ſo leicht auswei-

*) Eine Menge verdorbener Fiſche hielt man einſt für die Urſache eines heftigen epidemiſchen Fiebers, welches in Venedig herrſchte. Dieſelbe Wirkung zeigte ſich zu Delft, zu Folge einer Verderbniß von Vegetabilien. Wenn die Araber den Türken zu Baſſora einen Schaden zufügen wollen, ſo reiſſen ſie die Dämme des Fluſſes bey dieſer Stadt nieder, wodurch ein großer Strich Landes unter Waſſer geſetzt wird. Ein heftiges Fieber iſt dann die gewöhnliche Folge des fauligen Schlammes und ſo weiter,„ welcher nach der Verdünſtung des Waſſers zurückbleibt. *Cavallo* on air p. 457.

**) Man ſ. Cavallo a. a. O. Seite 447.

chen kann, die Leichname in Gewölben beyzuſetzen pflegt, den Grund oftmals aufbricht und die faulenden Körper an einen andern Ort hinſchafft. Ueberhaupt ließe ſich noch ſehr viel thun, um die Luft in London noch geſünder zu machen, als ſie unter den gegenwärtigen Umſtänden iſt.

Die Nachrichten, welche uns einige ſcharfſinnige Naturforſcher von der Heilſamkeit der Luft in verſchiedenen Oertern geliefert haben, glaube ich hier mit Stillſchweigen übergehen zu dürfen, weil ich mich überzeugt halte, daß es uns noch an einem vollkommenen Prüfungsmittel der Luftgüte fehle. Bis dieſes ausfindig gemacht ſeyn wird, muß die Erfahrung unſre einzige Führerin ſeyn.

Wenn man faule und entzündliche Luft in deſtillirten Waſſer oder in ſolchem Waſſer, aus welchem man die Luft durch Kochen ausgetrieben hat, ſchüttelt, ſo wird die Luft beträchtlich vermindert, indem ſie zuweilen über ein Drittel ihres Umfangs verliehrt, und zu gleicher Zeit beträchtlich reiner wird. Auf dieſe Weiſe äuſſert wahrſcheinlich die Bewegung des Oceans oder großer Seen den wohlthätigſten Einfluß auf die Reinigung des Dunſtkreiſes.

Doktor Hales fand, daß ſich die Luft viel länger einathmen ließ, wenn ſie während des Einathmens durch ein in mehrere Falten gelegtes Stück Zeug, welches man in Weineßig, eine Auflöſung von Kochſalz, oder Weinſteinöl eingetaucht hatte, hindurch gehen mußte, als wenn man ſich keiner ſolchen Vorrichtung bediente. Der Grund davon beſteht kürzlich darin, daß dergleichen Subſtanzen, die aus den Lungen kommende fixe Luft verſchlucken *).

Faule Luft wurde auch durch eine Miſchung mit kohlengeſäuerter Luft wieder hergeſtellt. Indeſſen wurde dieſer Verſuch einigermaſſen dadurch zweydeutig, daß man die Luft, um ſie mit der fixen zu vermiſchen, durch ein Gefäß mit Waſſer gehen ließ. Iſt aber dieſe Thatſache gegründet,

*) Man ſ. *Hales* eſſays p. 266.

ſo ſind vielleicht Kalköfen in der Nachbarſchaft volkreicher Städte der Geſundheit nicht ſo nachtheilig, als man ſich allgemein einbildet, da in dergleichen Städten faule Luft und faule Dünſte in größerer Menge, als Kohlenſäure, vorhanden ſind.

Das Eudiometer iſt ein gutes Prüfungsmittel der Luft, wiefern es die Verminderung des ſauerſtoffhaltigen Theils betrifft. Aber überhaupt genommen iſt es ein mangelhaftes Werkzeug, weil es uns nicht in den Stand ſetzt, die ſchädlichen Dünſte zu erkennen, mit welchen die Atmoſphäre gelegentlich beladen ſeyn kann.

Auſſer ihren nachtheiligen Eigenſchaften hat die Beymiſchung wäſſeriger Theilchen und Dünſte in der Luft auch in Rückſicht ihres Vermögens, die Wärme von unſern Körpern wegzuleiten, einen bedeutenden Einfluß. Die Lockerheit oder Dichte der Luft ſcheint auf die wärmeleitende Kraft derſelben nur eine geringe Wirkung zu äuſſern. Dieſes Vermögen beruht vielmehr gänzlich auf der Menge der Feuchtigkeit, welche in der Luft enthalten iſt. Eine feuchte Luft leitet die Wärme mit einer weit größern Schnelligkeit, als eine trockne Luft. „Daher, ſagt der ſcharfſinnige Graf Rumford, kann ich nicht umhin zu bemerken, „mit welcher unendlichen Weisheit und Güte die göttliche „Vorſehung uns gegen die nachtheiligen Wirkungen der all„zugroßen Hitze und Kälte in der Atmoſphäre bewahrt zu „haben ſcheint. Denn wäre es möglich, daß die Luft wäh„rend der ſtrengen Kälte der Wintermonathe eben ſo feucht „ſeyn könnte, als ſie es zuweilen im Sommer iſt, ſo wür„de ihre wärmeleitende Kraft und folglich ihre ſcheinbare „Kälte, wenn ſie an unſere Körper gebracht wird, durch „einen ſolchen übermäßigen Grad von Feuchtigkeit derge„ſtalt zunehmen, daß ſie ſchlechterdings unausſtehlich wer„den müßte. Aber glücklicher Weiſe für uns nimmt das „Vermögen der Luft, Waſſer aufgelöst in ſich zu erhalten, „und zu gleicher Zeit ihre Kraft, uns unſre thieriſche Wär-

„me zu entziehen, in eben demſelben Verhältniſſe ab, in „welchem ihre Kälte zunimmt. Jedermann weiß, wie höchſt „unangenehm ein ſehr gemäßigter Grad von Kälte iſt, wenn „die Luft viel Feuchtigkeit enthält; und hieraus ſieht man „auch ein, warum das Thermometer nicht immer ein zuver„läßiges Maas von der ſcheinbaren oder fühlbaren Wär„me der Atmoſphäre iſt. Wenn Schnupfen oder Katarrhe „daher rühren, daß unſer Körper ſeiner thieriſchen Wär„me beraubt wird, ſo ſieht man den Grund leicht ein, war„um dieſe Zufälle beſonders während der kalten Herbſtre„gen, und wenn der Froſt im Frühlinge aufbricht, herr„ſchen. Es iſt ferner offenbar, woher es komme, daß das „Schlafen in feuchten Betten und das Wohnen in feuchten „Häuſern ſo ſehr gefährlich iſt, und warum die Abendluft „im Sommer und Herbſte ſo ſchlimme Wirkungen äuſſern „kann, da ſie doch während des harten Winterfroſtes nicht „nachtheilig befunden zu werden pflegt. Man hat auch kei„nen Grund angeben können, auf welche Weiſe ein ſo „auſſerordentlicher Wärmegrad, oder vielmehr eine ſo große „Menge Wärme erzeugt werde, als ein thieriſcher Kör„per zu verliehren ſcheint, wenn er der Kälte des Winters „ausgeſetzt wird, und welche er der atmoſphäriſchen Luft „in warmem Sommerwetter mittheilt; es iſt aber mehr als „wahrſcheinlich, daß der Unterſchied der wirklich verlohr„nen oder verbrauchten Wärmemengen unendlich kleiner „iſt, als man ſonſt gedacht hat *)."

Unter dem allgemeinen Nahmen der Hygrometer **) hat man verſchiedene phyſikaliſche Werkzeuge erdacht, vermittelſt welcher man die Menge der in der Atmoſphäre enthaltenen Feuchtigkeit zu beſtimmen geſucht. Die meiſten Körper ziehen die Feuchtigkeit an, und werden durch dieſelbe ausgedehnt. Holz und andre feſte Körper ſchwellen

*) Man ſ. *Thompſon's* Experiments in den Philoſoph. Transact. Vol. LXXVI.

**) Von ὑγρὸς, feucht, und μέτρον, ein Maas.

auf, wenn die Feuchtigkeit ſich zwiſchen ihre Faſern hinein zieht. Folglich dehnt ſich ein Stück in der Queere durchgeſchnittenes Holz durch die Einſaugung von Dünſten oder Feuchtigkeiten der Länge nach aus. Stricke, Darmſeiten u. ſ. w., wo die Fibern ſich der Länge nach erſtrecken, nehmen, wenn ſie feucht werden, an Dicke zu, ziehen ſich in Anſehung der Länge zuſammen. Auf die leztere Eigenſchaft gründet ſich die Einrichtung des gemeinen Wetterhäuschens, welches für den alltäglichen Gebrauch kein übles Hygrometer iſt. Nehmlich die Zuſammenziehung der Schnur durch die Feuchtigkeit zeigt das Männchen auſſerhalb der Thüre, und wenn dann nach Wiederherſtellung des ſchönen Wetters die Schnur oder Saite ihre natürliche Länge wieder bekommt, ſo fängt ein elaſtiſcher Drath zu ſpielen an und das Weibchen kommt zum Vorſchein.

Das erſte regelmäſige und graduirte Hygrometer in England, welches hier angeführt zu werden verdient, verfertigte der verſtorbene ſcharfſinnige Naturforſcher Smeaton. Er brauchte dazu einen dreydrähtigen flächſernen Bindfaden, dergleichen zur Verfertigung der Netze gebraucht wird. Damit derſelbe die Feuchtigkeit leicht anzuziehen im Stande wäre, tauchte er denſelben zuvor in eine Auflöſung von Pflanzenlaugenſalz ein. Hierauf dehnte er ihn auf einem gehörig graduirten Brette aus und brachte an dem einen Theile dieſes Brettes einen Zeiger an, welcher die Veränderungen der Feuchtigkeit in der Atmoſphäre anzugeben diente.

Sauſſure brauchte zu derſelben Abſicht ein Haar, an welches er ein Gewicht von drey Granen hieng, und ließ es auf einen Zeiger wirken, welcher zu einer in drey hundert und ſechzig Grade eingetheilten Skale gehörte.

Deluc glaubte, ein feſter Körper ſey der genaueſte und unveränderlichſte Maaßſtab für Feuchtigkeit und Trokkung, und gerathe nicht ſo leicht in Unordnung, als fibröſe und gedrehte Subſtanzen. Er verſuchte nach einander

Elfenbein, Buxbaumholz und Fiſchbein. Nach mehrern Verſuchen aber zog er die letztere Subſtanz theils wegen ihres großen Ausdehnungsvermögen, welches zuweilen über ein Achtel ihrer Länge betrug, theils wegen ihrer Stetigkeit vor, indem ſie immer für den äuſſerſten Feuchtegrad einen und denſelben Punkt erreichte. Sein Hygrometer beſteht daher aus einem ſehr dünnen Fiſchbeinſtreifen, welcher ungefehr zwölf Zolle lang und eine Linie breit, und gegen die Richtung der Fibern queer durchſchnitten iſt. Dieſen ſpannt er vermittelſt einer kleinen Feder aus, und die Abänderungen der Feuchtigkeit der atmoſphäriſchen Luft laſſen ſich entweder durch Zeichen auf dem Fiſchbeine ſelbſt, oder vermittelſt eines Zeigers meſſen. Dies iſt gegenwärtig das vollkommenſte Hygrometer und zugleich dasjenige, deſſen man ſich am gewöhnlichſten bedient.

In den höhern Regionen der Atmoſphäre wird die Kälte ſehr heftig gefunden, und dennoch ſoll dort die Feuchtigkeit nicht ſo beträchtlich ſeyn, als in denen, welche ſich näher bey der Oberfläche der Erde befinden. Dieſe Erfahrung haben nicht nur alle diejenigen gemacht, welche in Luftbällen aufſtiegen, ſondern auch Reiſende, welche die Gipfel hoher Berge beſtiegen haben. Es iſt allgemein bekannt, daß die Gipfel der Alpen und andrer großen Gebirge gewöhnlich mit Schnee bedeckt ſind. In der That giebt es immer eine gewiſſe Höhe der Atmoſphäre, wo ſich das Waſſer bey dem Gefrierpunkte befindet, und dieſe Höhe nennen die Naturforſcher die Schneelinie. Dieſe Linie ändert ſich aber nach den Umſtänden und nach dem Klima ab. Auf dem Pik zu Teneriffa fängt ſie ſich in einer Höhe von ungefehr drittḣalb engliſchen Meilen an, und in England findet ſie ſich meiſtens in einer Höhe von einer oder anderthalb Meilen. Verſchiedene Botaniker haben gezeigt, daß ſich die Abänderungen des Klima bey dem Beſteigen der Berge ſchon an den darauf wachſenden Pflanzen erkennen laſſen, indem die Pflanzen, deren Wachsthum

eine mildere Luft erfordert, in der Nähe des Fuſſes des Gebirges, die härtern und nördlichern Gewächſe hingegen nach dem Gipfel hin zu ſtehen pflegen.

Ueber die Kälte in den höhern Luftregionen haben die Naturforſcher verſchiedene Meinungen vorgebracht. Eine beträchtliche Zeitlang hat man geglaubt, ſie beruhe immer auf der ſehr beträchtlichen Lockerheit der Atmoſphäre in jenen Gegenden; aber Graf Rumford hat bemerkt, daß die Lockerheit oder Dichte der Luft auf ihre wärmeleitende Kraft nur wenig Einfluß zu haben ſcheine. Einige haben angenommen, weil die Luft in den höhern Regionen um ſo viel lockerer ſey, ſo werde daſelbſt weniger Feuer- oder Wärmematerie erfordert, um ſie in einem flüßigen Zuſtande zu erhalten, und folglich ſey dort ein wirklicher Mangel an dieſem Elemente. Am meiſten empfiehlt ſich Bouguer's Hypotheſe *) durch ihre Einfachheit, und weil ſie mit den meiſten andern Phänomenen der Wärme übereinſtimmt; und ich werde ſie daher mit einigen geringen Abänderungen annehmen.

Ohne mich auf die Streitigkeit über die Identität des Feuers und Lichtes einzulaſſen, begnüge ich mich, als Grundſatz den allgemein bekannten Umſtand anzunehmen, daß die Wirkung des Lichtes in den Körpern Hitze erzeugen könne; ferner die eben ſo ausgemachte Thatſache zum Grunde zu legen, daß die Wirkung des Lichtes auf einen durchſichtigen Mittelkörper, durch welchen daſſelbe leicht hindurch geht, auſſerordentlich ſchwach ſey. Dies läßt ſich durch einen auſſerordentlich leichten Verſuch auſſer Zweifel ſetzen. Schließt man höchſt rectificirte Geiſter in eine reine gläſerne Phiole, oder in irgend ein vollkommen durchſichtiges Gefäß ein, ſo ſind die Lichtſtrahlen, wenn man ſie auch durch das ſtärkſte Brennglas verdichtet, dennoch nicht

*) Man ſ. deſſen Abh. über die Urſachen der Kälte auf den Gipfeln der Andesgebürge.

nicht im Stande, ſie zu entzünden. Thut man hingegen dieſe Flüßigkeiten in einen Löffel, oder überzieht man den dem Brennglaſe nicht entgegen ſtehenden Theil des durchſichtigen Gefäßes mit einer Farbe oder einer andern Subſtanz, welche die Lichtſtrahlen auffängt, verſchluckt oder verdichtet, ſo lodert der Geiſt augenblicklich auf. Die Erde iſt folglich der große Wärmebehälter, wo die Wärme eingeſchluckt oder wie in einem Vorrathshauſe aufbewahrt wird; aber die Oberfläche der Erde, welche ſich auf den Gipfeln der Berge der Sonne ausgeſetzt findet, iſt nur ſehr klein und kann daher nicht viel von der Sonnewärme einſchlucken. In der That können die Sonnenſtrahlen auf die verſchiedenen Seiten des Berges jeden Tag nur eine kurze Zeit lang, und an manchen Tagen und in gewiſſen Theilen ganz und gar nicht wirken. „Ferner iſt eine horizontale Ebene bey heiterem Himmel zu Mittage der ſenk„rechten und ungeſchwächten Einwirkung der Sonnenſtrah„len ausgeſetzt, da dieſe hingegen auf eine ſehr ſtark ge„neigte Ebene, oder auf ein Gebirge nur ſchief auffallen.“ Folglich geht in jenen erhabenen Regionen der größere Theil der Sonnenſtrahlen durch einen durchſichtigen Mittelkörper, wie durch den in einem hellen gläſernen Gefäße eingeſchloſſenen Geiſt hindurch; und es fehlt daſelbſt an einer Maſſe undurchſichtiger Materie, welche die Hitze ſammeln und verdichten könnte. Alſo muß die Atmoſphäre in jenen Gegenden nothwendig kälter ſeyn, als in denen, welche von der Oberfläche der Erde weniger entfernt ſind.

Die Kälte in jenen höhern Regionen der Atmoſphäre kann eine Urſache ſeyn, warum ſich dort die Dünſte nicht ſo häufig, als näher bey der Erde anſammeln. Die Wolken ſind ſelten über eine Meile hoch, und oftmals erreichen ſie dieſen Grad von Höhe nicht einmal. Von dem Gipfel eines hohen Berges hat man daher eine unausſprechlich große Ausſicht. Die Wolken rollen unter den Füſſen des Zuſchauers wie die ungeheuren Wellen des

ſtürmiſchen Weltmeers; und die gezackten Blitze ſpielen zwiſchen dieſen unermeßlichen Maſſen nach mannigfachen Richtungen; indeß die große Luftmaſſe in den tiefen Thälern, mit Dünſten beladen, ob ſie gleich denen, die ſie einathmen, hell und durchſichtig erſcheint, dem Auge wie das Waſſer eines ſtillſtehenden Sees vorkommt, welches die meiſten Gegenſtände in gänzliche Finſterniß einhüllt, da hingegen andere zum Theil ſichtbar werden, welche gleichſam beſtimmt zu ſeyn ſcheinen, die Ufer dieſes Sees zu ſchmücken, und die ganze Scene lebhaft und mannigfach zu machen.

Neuntes Kapitel.

Von dem Gewicht, der Elaſticität und andern allgemeinen Eigenſchaften der Luft.

Allgemeine Eigenſchaften der Luft. — Urſache ihrer Elaſticität. — Meinungen der Alten. — Toricellianiſcher Verſuch. — Barometer. — Die Luftpumpe. — Ausſerordentlicher Druck der Atmoſphäre. — Gewicht und ſpecifiſche Schwere der Luft. — Compreſſibilität der Luft. — Schröpfköpfe. — Wirkungen der Elaſticität der Luft. — Windbüchſen ꝛc. — Bewegung der Theilchen in Körpern. — Beſchaffenheit des Dunſtkreiſes. — Seine wahrſcheinliche Höhe.

Betrachtet man die Luft als eine Flüßigkeit, ohne auf ihre Beſtandtheile Rückſicht zu nehmen, ſo entdeckt man einige Eigenſchaften in ihr, welche für die Haushaltung der Natur von der äuſſerſten Wichtigkeit ſind. Die Betrachtung dieſer Eigenſchaften wird zugleich die Natur aller andern elaſtiſchen Flüßigkeiten in ein helles Licht ſetzen.

Die atmoſphäriſche Luft an und für ſich betrachtet iſt ein ſchwerer, der Zuſammendrückung fähiger, elaſtiſcher, durchſichtiger, farbenloſer, unſichtbarer, und durch keinen Kältegrad, welcher ſich bey der Temperatur unſrer Erde hervorbringen läßt, zu verdichtender Körper. Sie wird nie ein Beſtandtheil eines andern Körpers, wiewohl ihre Grundlagen, das heißt, der Sauer- und der Stickſtoff, in die Zuſammenſetzung vieler eingehen.

Die Flüßigkeit der Luft rührt von der Feuer- oder Wärmematerie her. Es wird nehmlich dadurch in ihr ein Grad von Elaſticität erzeugt, welcher die Maſſe immer auszudehnen ſtrebt, und die Bewegung ihrer Theile unterhält. Wäre die Luft nicht elaſtiſch, ſo würde ſie ſich wie Schnee in einen harten Körper verwandeln laſſen, wenn ihre Theilchen gewaltſam zuſammen gepreßt würden.

Es läßt ſich leicht beweiſen, daß die Luft an der Oberfläche der Körper mit einer beträchtlichen Stärke anhängt. Denn wenn man Waſſer in ein Gefäß thut und es dann erhitzt, ſo wird die Luftſchicht, welche an den Seiten des Gefäßes anhängt, und ſich zwiſchen dem Waſſer und den Seiten mitten inne befindet, in kurzer Zeit unter der Geſtalt von Bläschen ſichtbar, und dies zu Folge der durch die Hitze veranlaßten Verdünnung. Auf dieſelbe Weiſe zeigt ſie ſich im luftleeren Raume wegen der Ausdehnung, welche ſie nach hinweggenommenem Drucke der äuſſern Luft erfährt *).

Die Alten wußten von der Luft nur ſoviel, daß ſie eine Flüßigkeit ſey. Ihre unvollkommene Kenntniß der flüßigen Subſtanzen überhaupt ſcheint ſie auſſer Stand geſetzt zu haben, von denjenigen Mitteln Gebrauch zu machen, deren ſich die Neuern bedient haben, um dieſe Flüßigkeit aus einem gewiſſen Raume wegzuſchaffen. In der That waren ſie mit der Thatſache, daß die Luft eine ſchwere Flüßigkeit ſey, gänzlich unbekannt. Sie nahmen an, es gebe zwey Arten von Körpern in der Natur; ſchwere Körper, z. B. Steine Metalle, und überhaupt alle Körper, welche, ſich ſelbſt überlaſſen, eine Neigung zu ſinken haben, und leichte Körper, z. B. Luft, Flamme, Dünſte u. ſ. weiter, weil dieſe Körper ihnen von freyen Stücken in die höhern Regionen der Atmoſphäre aufzuſteigen ſchienen Zu Folge dieſer Meinung nahmen ſie daher an, die Luft beſitze eine abſolute Leichtigkeit, und alle Wirkungen, welche die

*) Man ſ. *Briſſon* tο. II. p. 93.

Neuern dem Grundſatze der Schwere zuſchreiben, ſeyen von dem Abſcheu herzuleiten, welchen die Natur, ihrer Meinung nach, vor einem leeren Raume habe. Es galt deswegen lange Zeit als ausgemachte Wahrheit, daß die Luft kein Gewicht beſitze; und erſt ſeit ungefehr anderthalb hund rt Jahren haben ſich die Naturforſcher von dieſem Irrthume überzeugt.

Die Ingenieure des Großherzogs von Toſcana, Coſmus von Medicis, bekamen Befehl, vermittelſt einer Pumpe Waſſer funfzig oder ſechszig Fuß hoch zu heben. Als ſie den Verſuch machten, bemerkten ſie, daß das Waſſer nur bis zu einer gewiſſen Höhe aufſteigen wollte. Nach dem ſie es nämlich bis zu dieſer Höhe gehoben hatten, ſo bemerkten ſie alsdann einen leeren Raum, und es kam ihnen vor, daß die Natur doch wohl keinen ſo großen Abſcheu vor dem Vacuum habe, oder ſich wenigſtens dieſen Mangel gefallen laße, ohne jene fürchterlichen Wirkungen hervor zu bringen, welche die alten Schriftſteller für dieſen Fall vorher geſagt hatten. Dieſen ſcheinbaren Eigenſinn der Natur theilten die Ingenieure Galiläi'n mit. Dieſer große Naturforſcher hielt die Sache der Aufmerkſamkeit würdig, ob er gleich vor dieſem Falle ſich ſo wie alle andre mit der gemeinen Meinung, die Natur verabſcheue das Vacuum, begnügt hatte. Er überzeugte ſich endlich durch wiederhohlte Verſuche, daß das Waſſer in Pumpen nur etwa zwey und dreyſig Fuß ſenkrecht aufſteigen könne, und daß dann der übrige Theil der Röhre, wenn dieſe länger ſey, leer bleibe. Er gab nun die bis dahin allgemein angenommene Meinung, den Horror vacui betreffend, auf, und fing ſich zu überzeugen an, daß dieſer Abſcheu ſeine Gränzen habe, und daß dergleichen Erſcheinungen von einer phyſiſchen Urſache herzuleiten ſeyen, welche ſich von derjenigen, wovon man ſie bisher abgeleitet habe, gar ſehr unterſcheide.

Was Galiläi noch gemuthmaſet hatte, ſetzte Toricelli, ſein Schüler, durch einen Verſuch auſſer allen Zwei-

fel. Er zeigte zuerſt in dem Jahr 1665, daß man eine Luftſäule, ſo wie ſie ſich in der Atmoſphäre befindet, mit der Säule einer andern Flüßigkeit von derſelben Grundfläche in das Gleichgewicht bringen könne. Um die mit einer langen Röhre verbundenen Unbequemlichkeiten zu vermeiden, nahm er zu ſeinen Verſuchen an ſtatt des Waſſers Queckſilber.

Er bediente ſich (Taf. 19. Fig. 5) einer gläſernen Röhre, welche zwey bis drey Zoll im Durchmeſſer hatte, an dem einen Ende hermetiſch verſiegelt *) und an dem andern offen war. Er füllte dieſe mit reinem Queckſilber, und nachdem er die Oeffnung mit ſeiner Hand geſchloßen hatte, kehrte er die Röhre um, und ſtellte das obere Ende in ein mit Queckſilber gleichfalls gefülltes Gefäß. Kaum hatte er ſeine Hand weggezogen, als die Queckſilberſäule, welche gegen ſechs und dreyſig Zoll hoch war, bis auf ungefehr acht und zwanzig Zoll herab fiel. Vergleichen wir nun Galiläi's Verſuch mit dem Toricelliſchen, ſo werden wir finden, daß Flüßigkeiten genau im Verhälniß ihrer verſchiedenen Dichte einander das Gleichgewicht halten, und daß eben dieſelbe Urſache (der Druck der atmoſphäriſchen Luft,) welche das Waſſer auf eine Höhe von zwey und dreyſig Fuß erhebt, keine Queckſilberſäule halten kann, welche höher als acht und zwanzig bis dreyſig Zolle iſt.

Paſkal vermehrte die Beweiſe dieſer Lehre, welche Toricelli bekannt gemacht hatte, anſehnlich. Er ſchloß auf folgende Weiſe. Iſt, ſagte er, die Luft die Urſache dieſer Erſcheinung, ſo iſt ſie es, weil ſie Schwere und Flüßigkeit beſitzt; ſie muß daher auf dieſelbe Weiſe, wie Flüßigkeiten drücken, und ihr Druck muß im Verhälniß ihrer Höhe größer oder kleiner ſeyn; und eine jede Säule irgend einer Flüßigkeit, welche damit ins Gleichgewicht ge-

*) Hermetiſch verſiegelt nennt man ein gläſernes Gefäß, deßen Oeffnung man zugeſchmolzen hat.

bracht worden iſt, wird immer im Verhältniß ihrer Dichte länger oder kürzer ſeyn. Er ſuchte nun zu beweiſen, daß eine Luftſäule im Verhältniß ihrer eigenen Höhe einen größern oder geringern Druck verurſachen müße, und eine höhere oder niederere Säule irgend einer Flüßigkeit zuerhalten im Stande ſey, und daß folglich eine Waſſer- oder Queckſilberſäule an dem Fuße eines Berges in dem Toricelliſchen Raume höher, als auf dem Gipfel ſteigen werde. Paſkal veranlaßte nun zunächſt ſeinen Schwager Perrier, welcher ſich zu Clermont in Auvergne aufhielt, am Fuße und auf dem Gipfel des Berges, der unter dem Nahmen Puy de Dôme bekannt iſt, folgenden Verſuch anzuſtellen.

Perrier brachte eine Toricelliſche Röhre an ein ſenkrechtes Bret (man ſ. Taf. 19. Fig. 5.) welches in Zolle und Linien eingetheilt war. Nachdem er beobachtet hatte, zu welcher Höhe ſich das Queckſilber in der Röhre am Fuße des Berges erhob, fand er, daß es allmählich fiel, ſo wie er nach dem Gipfel zu aufſtieg; und umgekehrt, daß es in demſelben Verhältniße wieder ſtieg, ſo wie er von dem Berge herab gieng. Er fand den Unterſchied zwiſchen der Höhe des Queckſilbers auf dem Gipfel und der Höhe am Fuße drey Zolle und eine Linie.

Dieſer von Paſkal angegebene und zu verſchiedenen Malen wiederholte Verſuch lieferte immer daſſelbe Reſultat. Hieraus zog man die Folgerung, daß das Queckſilber in der Toricelliſchen Röhre über ſeiner horizontalen Ebene durch den Druck der Atmoſphäre auf den Behälter erhalten wurde, weil man bemerkte, daß das Queckſilber in der Röhre fiel, wenn die Luftſäule, welche der Behälter zur Grundfläche hatte, an der Höhe abnahm. Da dieſe Verſuche das Gewicht der atmoſphäriſchen Luft auſſer allen Zweifel ſetzen, ſo haben ſie dieſer Flüßigkeit den Beſitz einer großen Anzahl natürlicher Eigenſchaften und Wirkungen zugeſichert, welche vorher einer blos in unſrer Einbildung befindlichen Urſache zugeſchrieben wurden.

Paſkal wiederhohlte nachmals denſelben Verſuch mit Waſſer, Wein, Oel und andern Flüßigkeiten. Die Höhen der Säulen aller dieſer Feuchtigkeiten wurden allezeit ihrer verſchiedenen Dichte proportionirt gefunden. Dies iſt ein offenbarer Beweis, daß ſie von einem Gewichte getragen und im Gleichgewichte gehalten wurde, welches nichts anders, als der Druck der atmoſphäriſchen Luft ſeyn konnte.

Späterhin haben viele Naturforſcher, welche ſich Toricelliſche Röhren verſchafften, dieſelben nach Perrier's Methode an eine in Zolle und Linien eingetheilte Skale angebracht. Durch häufige Beobachtungen haben ſie gefunden, daß die Höhe der Queckſilberſäule in einer und derſelben Röhre öftern Abänderungen unterworfen ſey. Sie ſchloßen daher, daß der Druck der Luft als die einzige Urſache der Erhebung der Queckſilberſäule bald größer bald kleiner ſey, und folglich auf den menſchlichen Körper mit mehr oder weniger Stärke wirke.

Dieſe Urſachen und Wirkungen brachten die Naturforſcher auf den Gedanken, daß aus der Toricelliſchen Röhre ein neues metereologiſches Werkzeug gemacht werden könnte. Es iſt dies daſſelbe, welches man jetzt gewöhnlich unter dem Nahmen des Barometers kennt. *)

*) „Um eine Barometerröhre zu füllen, ſagt Adams, nehme „ich eine reine gläſerne ungefähr 33 engliſche Zoll lange Röhre „und gieße Queckſilber vermittelſt eines kleinen Papiertrichters „hinein. Man bemerkt, daß, ſo wie das Queckſilber in der „Röhre aufſteigt, ſich Luftbläschen hinter demſelben an ver„ſchiedenen Stellen zeigen. Ich fahre mit dem Einſchütten „des Queckſilbers fort, bis oben an der Röhre nur etwa ein „halber Zoll leer bleibt. Dann verſchließe ich die Röhre oben „ſehr genau mit einem Finger und kehre ſie um. Auf dieſe „Weiſe ſteigt die Luft, welche oben war, durch die ganze „Queckſilberſäule aufwärts, und verbindet ſich mit allen Luft„bläschen, welche ſie auf ihrem Wege antrift. Dann kehre

Die Luft wirkt auf die Barometer auf zweyerley Weiſe, nemlich durch ihre Schwere und durch ihre Elaſticität. Folglich hängt die Abänderung des Drucks auf den Behälter von zwey Urſachen ab; von der Abänderung des Gewichts der darauf drückenden Luftſäule, und von der Abänderung ihrer Elaſticität. Das Gewicht der Luft verändert ſich in Gemäßheit ihrer Dichte und ihrer Miſchung mit andern Subſtanzen, welche in ihr auflöslich ſind. Ihre Elaſticität verändert ſich in Gemäßheit ihrer Dichte und der Menge der Wärme, womit ſie beladen iſt. Der größere Theil fremder Subſtanzen, welche ſich mit der Luft unter der Geſtalt elaſtiſcher Flüßigkeiten blos vermengt, vermin-

„ich die Röhre wieder aufwärts, und die Luftblaſe ſteigt auf, „und wenn ſie noch irgend wo ein kleines Bläschen antrift, „ſo nimmt ſie daſſelbe mit ſich fort. Sollten deſſen ungeachtet „noch Luftbläschen vorhanden ſeyn, ſo muß die Operation wie„derhohlt werden. Nun fülle ich die Röhre bis oben an, brin„ge meinen Finger an die Mündung der Röhre und tauche die„ſes Ende in das mit Queckſilber gefüllte Becken. Iſt die Mün„dung der Röhre vollkommen in das Queckſilber eingetaucht, „ſo ziehe ich meinen Finger weg. Das Queckſilber bleibt dann „in der Röhre hängen, und es bildet ſich oben ein Luftleerer „Raum. Die Queckſilberſäule iſt gegen 30 Zoll hoch. Nun „begreift man leicht, daß ſich in dem Raume zwiſchen der „Queckſilberſäule und dem oberſten Theile der Röhre keine „Luft befinden kann. Denn ehe der Finger, welcher die Mün„dung verſchloß, in dem Becken weggezogen wurde, war die„ſer Raum mit Queckſilber angefüllt; und als das Queckſilber, „welches 33 Zoll hoch ſtand, ſich in der Röhre ſenkte, ſo blieb „dieſer Raum von aller Luft frey, weil keine Luft in die Röh„re gelangen konnte, ohne ihren Weg durch das Queckſilber in „dem Becken und die 30 Zoll hohe Queckſilberſäule in der Röh„re hindurch zu nehmen, oder durch das hermetiſch verſiegelte „Ende der Röhre hindurch zu dringen. Da aber weder das ei„ne noch das andere möglich iſt, ſo folgt, daß in dem Theile der „Röhre, welchen das Queckſilber verlaſſen hat, ein luftleerer „Raum ſeyn muß." *Adams* Lectures Vol. I. p. 32.

dert das Gewicht der Luftſäule, weil dieſe Subſtanzen leichter als die Luft ſind; hingegen diejenigen Materien, welche ſich in der Luft auflöſen, vermehren ihre Dichte und folglich auch ihr Gewicht auf dieſelbe Weiſe, wie Salz, welches man in Waſſer auflöst, das Gewicht und die Dichte deſſelben vermehrt.

Das Barometer hat daher noch eine andere Eigenſchaft, welche den Naturforſchern nicht weniger nützlich iſt, als diejenigen, deren ich bereits Erwähnung gethan habe. Dieſes Werkzeug nehmlich giebt die Veränderungen des Wetters an, beſonders wenn demſelben beträchtliche Wechſel bevorſtehen.

Zu Folge der zahlreichen Beobachtungen und Verſuche, welche von Zeit zu Zeit mit den Barometern angeſtellt werden ſind, hat Briſſon folgende ſieben Sätze feſtgeſtellt.

Erſtlich. „Die mittlere Höhe des Queckſilbers in „Frankreich beträgt 27½ franzöſiſchen Zoll.“

Zweytens. „Die Abweichungen von dieſer Höhe „betragen ſelten mehr, als drey Zolle, das heißt, die geringſte Höhe iſt ſechs und zwanzig, und die größte neun und „zwanzig Zolle.“

Drittens. „Dieſe Abweichungen vermindern ſich „nach dem Aequator zu, und wachſen in den nördlichen „Ländern.“

Viertens. „Wenn das Queckſilber in dem Barometer fällt, ſo zeigt dies Regen oder Wind, oder überhaupt ſogenanntes ſchlechtes Wetter an.“

Fünftens. „Im Gegentheil, wenn das Queckſilber ſteigt, ſo verkündigt es ſchönes Wetter.“

Sechstens. „Dieſe Wetterprophezeyungen täuſchen zuweilen, beſonders wenn ſich die Höhe der Queckſilberſäule ſehr langſam und unbeträchtlich verändert.“

Siebentens. „Die Wetterprophezeyungen ſind „beynahe untrüglich, wenn das Queckſilber in einer kurzen

„Zeit beträchtlich, z. B. im Verlauf von wenigen Stun„den ungefähr einen Drittelzoll, oder drey bis vier Linien „ſteigt oder fällt.“ *)

Bey der Geſchichte der Entdeckung des Barometers ſehen wir alſo, daß nunmehr die Naturforſcher überzeugt wurden, ein Luftleerer Raum laſſe ſich wirklich darſtellen. Indeſſen wurde die Luftpumpe nicht ehre als im Jahre 1654. erfunden. Die erſte Entdeckung dieſes Werkzeuges verdankt die Welt einem Deutſchen mit Nahmen Otto Guericke. Aber der Engländer Boyle war der erſte, welcher ſie verbeſſerte und zu phyſiſchen Abſichten anwendete. In Guerickens Händen war ſie ein mechaniſches Werkzeug; aber in Boyle's Händen wurde ſie zu einer wahrhaft phyſikaliſchen Maſchine. Vermittelſt dieſes Inſtruments können wir mit Leichtigkeit ein gläſernes Gefäß luftleer machen, und einen jeden beliebigen Körper in das luftleere Gefäß bringen. Vergleichen wir alsdann die Veränderungen, welche die Körper in dem luftleeren Raume erleiden, mit dem Zuſtande derſelben Körper, ſo lange ſie der atmoſphäriſchen Luft ausgeſetzt ſind, ſo lernen wir die Wirkungen der Luft auf die Körper überhaupt kennen.

Da die Luftpumpe eine ſehr allgemein bekannte Maſchine iſt, ſo will ich keine neue Beſchreibung derſelben entwerfen, ſondern für denjenigen Leſer, welche mit dem phyſiſchen Apparat nur wenig bekannt ſind, ihre Beſchreibung aus einem der geleſenſten Schriftſteller über dieſe Materie entlehnen, damit man ihre Bauart deſto leichter verſtehen möge.

Man bringe ein naſſes Leder auf die Platte LL (Taf. 20, Fig. 1.), und ſtelle das große gläſerne Gefäß, oder den Recipienten M mit der Mündung niederwärts auf das Leder, ſo daß die Oeffnung i in der Platte ſich innerhalb des Glaſes finde. Dreht man hierauf die Kurbel F vor

*) Man ſ. *Briſſon* Vol. I.

und rückwärts, ſo wird die Luft aus dem Recipienten vermittelſt des unten angebrachten Mechaniſmus ausgepumpt. So wie die Kurbel A, welche in der zweyten Figur größer vorgeſtellt iſt, rückwärts gedreht wird, ſo hebt ſie den Stempel de in dem Stiefel BK vermittelſt des gezähnten Rades E welches in das Getriebe DG eingreift. Da nun der Stempel ſo luftdichte Scheiben von Lederwerke hat, daß er den Stiefel daſelbſt ausfüllt, ſo kann keine Luft zwiſchen dem Stempel und Stiefel durchgehen. Daher wird alle Luft oberhalb d in den Stiefel nach B zu gehoben und ein luftleerer Raum in dem Stiefel von e nach b erzeugt, wohin dann ein Theil der Luft in dem Glaſe M (Fig. 1.) vermöge ihrer Elaſticität durch das Loch i in der meſſingenen Platte LL längs der Röhre GG hinſtröhmt, welche mit beyden Stiefeln vermittelſt des hohlen Stücks IHK in Verbindung ſteht. Indem die zuſtröhmende Luft die Klappe b aufſtößt, *) ſo trift ſie in den luftleeren Raume eb des Stiefels BK. Denn die Luft drückt ihrer Natur nach dahin, wo ſie den geringſten Widerſtand findet. Alles dies geſchieht, wann man die Kurbel nach C hin dreht. — Giebt man der Kurbel aber die entgegen geſetzte Richtung nach L hin, ſo wird der Stempel de in dem Stiefel niederwärts gedrückt. Da nun die Luft welche in den Stiefel getreten iſt, ſich nicht zurück durch die Klappe b treiben läßt; denn die Klappe ſchließt die Oeffnung, wie bey einem Blaſebalge, feſt zu, und läßt die Luft nicht zurück treten: ſo muß die Luft durch ein Loch in dem Stempel auswärts ſteigen, wo ſie dann durch eine Klappe in d hindurch geht; und eben dieſe Klappe verſperrt ihr den Rückweg in den Stiefel, wenn der Stempel wieder gehoben wird. Bey dem nächſten Male,

*) Eine Klappe iſt ein Stückchen Leder, welches ein Loch wie das Loch in einem Blaſebalge bedeckt, und der Luft zwar den Eintritt verſtattet, aber keine wieder zurück gehen läßt.

da der Stempel wieder aufſteigt, entſteht von neuem auf dieſelbe Weiſe wie zuvor zwiſchen b und e ein luftleerer Raum. Nun ſtröhmt wiederum etwas von der Luft, welche in dem gläſernen Recipienten M geblieben war, von demſelben aus und begiebt ſich in den leerern Stiefel BK durch die Klappe b. — daſſelbe gilt von dem andern Stiefel M, und indem man die Kurbel F rückwärts und vorwärts dreht ſo werden die Stempel in ihren Stiefeln wechſelsweiſe gehoben und niedergedrückt, ſo daß immer der eine aufſteigt während der andere niederwärts geht. Da nun ein luftleerer Raum in jedem Stiefel entſteht, wenn der Stempel deſſelben gehoben wird, ſo treiben ſich die Lufttheilchen in dem Recipienten M durch die Oeffnung und die Röhre GG einander in die Stiefel aus, bis zuletzt die Luft in dem gläſernen Recipienten in einem ſolchen Grade verdünnt wird, daß ſie nicht weiter im Stande iſt, durch die Klappen hindurch zu gehen, da ſich dann nichts weiter aus dem Recipienten hinweg nehmen läßt. Hieraus ſieht man leicht ein, daß ein vollkommen luftleerer Raum in dem Recipienten nicht hervorgebracht werden kann; denn die Luft, welche den Recipienten verläßt, wird durch diejenige, welche in demſelben zurück bleibt, ausgetrieben, und es muß folglich zuletzt etwas Luft daſelbſt übrig bleiben. —

Dieß iſt der Mechanismus und die Beſchaffenheit der Luftpumpe. Manche Inſtrumente, welche Anfangs blos zur Erläuterung der Wiſſenſchaft verfertigt wurden, werden zuletzt, durch häufigen Gebrauch, ein Theil der Wiſſenſchaft ſelbſt, und bedürfen dann einer eben ſo umſtändlicher Erklärung. So verhielt ſich die Sache mit der Luftpumpe; und der Leſer muß ſich daher etwas Umſtändlichkeit in der Beſchreibung gefallen laſſen.

Unter der Platte LL findet ſich ein Hahn k. Wird dieſer Hahn gedreht, ſo läßt er wiederum Luft in den Recipienten mn iſt eine gläſerne, an beyden Enden offene, und ungefähr vier und dreyſig Zoll lange Röhre. Das

obere Ende derſelben communicirt mit dem Loche der Platte LL, und das untere iſt bey n in Queckſilber in dem Gefäſſe N eingetaucht. An dieſe Röhre iſt ein hölzernes Lineal mm angebracht, welches in Zolle und Theile eines Zolles eingetheilt iſt. Die Eintheilung beginnt von unten bey n an, wie ſich daſſelbe mit der Oberfläche des Queckſilbers in einerley Horizonte befindet, erſtreckt ſich bis an das obere Ende, ein wenig unterhalb l, und befaßt dreyſig bis ein und dreyſig Zoll. Das Queckſilber nun ſteigt in dieſer Röhre, ſo wie die Luft aus dem Recipienten weggepumpt wird, denn die Röhre öffnet ſich, erwähnter Maſſen, durch die Platte LL in den Recipienten. Und je mehr man Luft aus dem Recipienten wegnimmt, deſto mehr erhebt ſich in der Röhre das Queckſilber, ſo daß man auf dieſe Weiſe die Menge der aus dem Recipienten weggepumpten Luft ſehr genau zu meſſen im Stande iſt *)

Aus allen vorher angeführten Thatſachen, beſonders aber aus Toricelli's Verſuchen begreift man leicht, daß die Luft eine ſchwere Flüßigkeit ſey: mit andern Worten, daß ſie Schwere beſitze, und daß ſich ihr Gewicht leicht beſtimmen laſſe.

Aus einer großen Phiole, oder vielmehr (wegen gewiſſer Urſachen, die man weiter unten kennen lernen wird) aus einer Flaſche oder irgend einem andern gläſernen Gefäße von kugelförmiger Geſtalt, an deſſen Halſe ſich ein Hahn findet, kann man die Luft entweder vermittelſt der Luftpumpe, oder dadurch wegſchaffen, daß man das Gefäß vorher mit Queckſilber füllt, dann dieſes Metall nach und nach in ein gleichfalls mit Queckſilber angefülltes Geſchirr ausleert, und, ehe noch der Hals ganz herausgezogen iſt, den Hahn umdreht; auf welche letztere Weiſe man einen vollkommner leeren Raum, als vermittelſt der Luftpumpe erhält. Das dadurch ſeiner Luft beraubte Gefäß wiege man mit einer empfindlichen Waage. Iſt dies ge-

*) Man ſ. Goldſmith's Philoſophy, Vol. II. p. 56.

ſchehen, ſo drehe man den Hahn und laſſe die Luft wieder hinein, welche mit beträchtlicher Gewalt einſtröhmen wird. Das Gefäß, welches vorher mit einem beſtimmten Gegengewichte im Gleichgewichte ſtand, wird nun ſchwerer ſeyn und ſinken. Durch dieſen Verſuch findet man, daß die in einer Quartflaſche enthaltene Luft ungefehr vierzehn und einen halben Gran wiegt.

Um die ſpecifiſche Schwere der atmoſpäriſchen Luft zu finden, muß man die Flaſche mit reinem Waſſer füllen, und wieder wiegen. Das Gewicht eines Kubikfuſſes von einem deſtillirten Waſſer beträgt ungefehr tauſend Unzen avoir du Poids Gewicht, und eines Kubikzolles zweyhundert drey und funfzig Gran und noch nicht ganz ein Fünftel *). Dividirt man nun das Gewicht des in der Flaſche enthaltenen Waſſers durch dieſe Anzahl Grane, ſo bekommt man die Menge ſeiner Kubikzolle; und da wir auf dieſe Weiſe die Anzahl der Kubikzolle ſowohl der Luft als des Waſſers erhalten, ſo ergiebt ſich ihre relative Schwere ohne alle Schwierigkeit. Durch verſchiedene, ſehr genaue Verſuche hat Hawksbee gefunden, daß ſich die ſpecifiſche Schwere der Luft zu der Schwere des Waſſers, wie 1 : 885 verhalte.

Vermittelſt ihrer Schwere drückt die Atmoſphäre auf alle Körper mit großer Gewalt, je nachdem der Umfang der Oberflächen dieſer Körper beſchaffen iſt. Nach Paſkal beträgt die Quantität dieſes Druckes nicht weniger, als 2232 Pfund für jeden Quadratfuß Oberfläche, oder mehr als funfzehn Pfund für jeden Quadratzoll. Nimmt man daher die Oberfläche des Körpers eines Menſchen zu funfzehn Quadratfuß an, ſo beträgt der ganze Druck, welchen ein Menſch leidet, beynahe 33480 Pfund. Durch dieſen ungeheuren Druck würden wir ohne Zweifel in einem Au-

*) 253,18 Gran. Man ſollte ſich bey phyſiſchen Berechnungen immer des Decimalſyſtems bedienen, weil auf dieſe Weiſe die Angaben genauer werden.

genblicke zerdrückt werden, wenn nicht ein jeder Theil unſers Körpers mit Luft oder irgend einer andern elaſtiſchen Flüßigkeit angefüllt wäre, deren Federkraft hinreichend iſt, dem Druck zu widerſtreben. —

Demnach muß die ganze Größe des Drucks der Atmoſphäre auf die Erde unermeßlich ſeyn. Man hat berechnet, daß ſie dem Drucke einer bleyernen Kugel von ſechzig Meilen im Durchmeſſer gleich iſt.

Die Schwere der Luft iſt die Urſache des ſtarken Drucks auf die Hand, wenn man dieſe auf die Mündung eines oben offenen Recipienten legt, in welchem man durch die Luftpumpe einen leeren Raum gemacht hat. Denn ſobald als die Luft in dem Recipienten durch die Luftpumpe verdünnt worden iſt, iſt ſie nicht länger im Stande, dem äuſſern Drucke der Luft zu widerſtreben, wie der Fall ſeyn würde, wenn ihre Dichte nicht verändert worden wäre. Alſo drückt der Ueberſchuß des Gewichtes der äuſſern Luft die Hand an die Ränder des Recipienten gewaltſam an; und dieſer Druck ſteht mit der Größe der Oeffnung des Recipienten im Verhältniß, weil die Luftſäule größer wird, indem der Durchmeſſer der Oeffnung wächst.

Unſer Erſtaunen wird erregt, indem wir finden, daß ungeachtet dieſes großen Drucks auf einen gläſernen Recipienten, in welchem ein luftleerer Raum erzeugt worden iſt, das Glas dennoch nicht, wie man erwarten ſollte, in Stücken gedrückt wird. Seine Erhaltung verdankt es groſſentheils der runden Geſtalt, welche es beſitzt, und dem Ueberſchuſſe der äuſſern Oberfläche über die innre. Denn die Subſtanz, die den Körper des Gefäßes ausmacht, gleicht in dieſem Falle der Subſtanz, woraus der Bogen einer Brücke beſteht. Von der Wahrheit dieſer Bemerkung können wir uns überzeugen, wenn wir einen anders geſtalteten Recipienten nehmen, welcher an beyden Enden offen und oben mit einer Blaſe bedeckt iſt. Denn pumpt man die Luft

weg

weg, ſo berſtet die Blaſe unausbleiblich durch den Druck der äuſſern atmoſphäriſchen Luft.

Dieſe Schwere der Atmoſphäre dient zu mehrern nützlichen Endzwecken in der Haushaltung der Natur. Zum Beyſpiel ſie iſt Urſache, daß die Blutgefäße der Thiere ſowohl, als die Saftgefäße der Pflanzen durch das Ausdehnungs-Vermögen, welches dieſelben beſtändig aufzuſchwellen ſtrebt, nicht zu ſehr ausgedehnt werden. Aus dieſem Grunde ſehen wir, daß bey der Operation des Schröpfens, wo der äuſſere Druck der atmoſphäriſchen Luft von einem einzelnen Theile unſers Körpers weggenommen wird, die Ausdehnungskraft augenblicklich wirkt und die Gefäße bis zu einem beträchtlichen Grade aufſchwellt. Dies iſt gleichfalls die Urſache, warum die Körper der Thiere ſchwellen, wenn ſie unter den Recipienten einer Luftpumpe gebracht werden. Von der Schwere der Luft rührt es ferner her, daß Subſtanzen tropfbar flüßig bleiben, welche im luftleeren Raume eine luftförmige Geſtalt annehmen würden. Salze und Oele bleiben an freyer Luft mit einander verbunden, trennen ſich aber, ſobald als dieſe Flüßigkeit weggenommen worden iſt. Heiſſes Waſſer unter einem luftleeren Recipienten kocht heftig. Denn nachdem der Druck der Luft weggenommen worden iſt, iſt nun nichts mehr da, was das Waſſer hindern könnte, die Dampfgeſtalt anzunehmen.

„Dieſer Druck der Atmoſphäre, ſagt Lavoiſier *), „iſt Urſache, daß das Waſſer in einem tropfbar flüßigen Zu„ſtande bleibt, bis es bis zum 212° nach Fahrenheits Ther„mometer erhitzt worden iſt. Denn die Quantität Hitze, „welche daſſelbe bey einer niedrigeren Temperatur annimmt, „iſt unzureichend, den Druck der Atmoſphäre zu überwinden. „Hieraus erhellt, daß wir ohne dieſen Druck keine beſtändig „tropfbare Flüßigkeit haben würden. Wir würden nur „im Stande ſeyn, Körper in dieſem Zuſtande der Exiſtenz

*) Man ſ. Lavoiſiers Anfangsgründe der Chemie S. 8.

„blos den Augenblick, da ſie ſchmelzen, zu ſehen, indem der „geringſte Zuſatz von Hitze augenblicklich ihre Theilchen von „einander trennen, und dieſelben durch den ſie umgebenden „Mittelkörper zerſtreuen würde. Ueberdies würden wir „ohne dieſen Druck der atmoſphäriſchen Luft im eigentlichen „Sinne nicht einmal luftförmige Flüßigkeiten haben, weil „in dem Augenblicke, da die Kraft der Anziehung von der „zurückſtoßenden Kraft der Wärmematerie überwunden „wird, die Theilchen ſich von einander bis ins Unendliche „abſondern würden, indem nichts vorhanden wäre, was „ihre Ausdehnung beſchränken könnte, wofern nicht ihre ei„gene Schwere ſie zuſammen hielte und auf dieſe Weiſe ei„ne Atmoſphäre bildete."

Da die Luft eine elaſtiſche Flüßigkeit iſt, ſo läßt ſie ſich folglich, wie ſchon das Beywort anzeigt, zuſammendrükken. Alſo drückt das Gewicht der Atmoſphäre die niedern Schichten derſelben zuſammen. Denn in niedrig gelegenen Thälern iſt die atmoſphäriſche Luft in einem höhern Grade zuſammengedrückt, und beſitzt daſelbſt eine größere Dichte, als auf hohen Bergen. Ganz anders verhält ſich die Sache mit dem Waſſer. Denn da dieſes in ſeinem gewöhnlichen Zuſtande nicht elaſtiſch iſt, ſo iſt es der Zuſammendrükkung ſchwerlich fähig. Folglich beſitzen die verſchiedenen Theile einer und derſelben Waſſermaſſe in der ganzen Tiefe derſelben überall faſt einerley Grad von Dichte.

Amoaton iſt der Meinung, daß ſich der Verdichtung der Luft keine Gränzen ſetzen laſſen. Doktor Halley hingegen hat in den philoſophiſchen Tranſactionen behauptet, aus den zu London und Florenz angeſtellten Verſuchen könne man ſicher ſchließen, daß keine Kraft, ſie ſey ſo groß, als ſie nur immer wolle, im Stande ſey, die Luft in einen achthundert Mal kleinern Raum zuſammen zu preſſen, als derjenige iſt, welchen dieſelbe im natürlichen Zuſtande auf der Oberfläche unſrer Erde ausfüllt.

Es iſt durch verſchiedene Verſuche bewieſen worden, daß eine Säule zuſammen gedrückter Luft in eben dem Ver-

hältniſſe kleiner wird, in welchem der Druck, der ſie verdichtet, zunimmt.

Der einfachſte dieſer Verſuche iſt folgender. Man gieße (Taf. 19. Fig. 6.) eine Quantität Queckſilber in die Röhre ABC, welche in A verſchloſſen, und in C offen iſt. Iſt die Röhre mit Queckſilber bis zu E angefüllt, ſo verhindert die in dem Schenkel AB eingeſchloſſene Luft daſſelbe höher, als bis D zu ſteigen, und die Säule DB ſteht mit FB im Gleichgewichte; folglich drückt das zwiſchen FD enthaltene Queckſilber auf die Luft zwiſchen A und D gar nicht. Aber die Säule EF, welche mit ihrem ganzen Gewichte auf das Queckſilber zwiſchen F und D wirkt, iſt Urſache, daß daſſelbe auf die Luft in D drückt und ſie verdichtet. Vermehrt man die Menge des Queckſilbers, ſo wächſt der Grad der Verdichtung; und man hat gefunden, daß die Räume, in welche die Luft durch verſchiedene Gewichte verdichtet wird, ſich umgekehrt, wie dieſe Gewichte verhalten, oder daß zwiſchen ihren verſchiedenen Dichten, und den verſchiedenen Graden des Druckes, welchen ſie erleidet, ein und daſſelbe Verhältniß Statt findet.

Bey dem Allen iſt es doch ſehr wahrſcheinlich, daß dieſe Zuſammendrückung nicht bis zu dem äuſſerſten Grade getrieben werden könne. Denn es iſt uns kein Körper bekannt, welcher ſich bis ins Unendliche zuſammen drücken läßt.

Aus allem bisher Vorgetragenen, beſonders aber aus Toricelli's Verſuche iſt offenbar, daß der gewöhnliche Begrif der Saugung ein gemeiner Irrthum iſt. Wenn nehmlich eine Flüßigkeit von freyen Stücken einem gegebenen Raume zuſtröhmt, ſo rührt dieſes davon he , daß dieſe Luft aus dieſem Raume ausgetrieben, oder in demſelben dünner geworden iſt, als in dem unmittelbar anſtoßenden. Denn nunmehr wirkt der Druck der Luft auf die Flüßigkeit, und nöthigt ſie den Raum einzunehmen, aus welchem die Luft gänzlich oder zum Theil ausgetrieben worden iſt.

Dies iſt der Grund, auf welchem der Mechaniſmus der gemeinen Waſſerpumpe beruht. Dann wird in der Röhre durch die Aufziehung des Stempels ein luftleerer Raum gemacht, ſo drückt das Gewicht der Atmoſphäre auf das die Röhre umgebende Waſſer, und treibt daſſelbe in den Körper der Pumpe. Eine ausführlichere Beſchreibung dieſer Maſchine werde ich bey der Hydraulik liefern.

Man nimmt gegenwärtig allgemein an, daß die Elaſticität der Luft auf der gebundenen Feuermaterie beruhe, welche dieſelbe flüßig erhält. Man nehme eine an dem Halſe feſt zugebundene Blaſe, welche nur ein wenig Luft enthält. So lange dieſe Blaſe den Druck der Atmoſphäre erleidet, ſo bleibt ſie in der Lage, welche bey der kleinen Menge Luft möglich iſt. Bringt man ſie aber unter den Recipienten einer Luftpumpe, und fängt man an, die die Blaſe umgebende Luft wegzupumpen, ſo ſchwillt die Blaſe auf, und zwar in demſelben Verhälniſſe, in welchem die Dichte der Luft in dem Recipienten abnimmt *).

Man hat die Frage aufgeworfen, ob dieſes elaſtiſche Vermögen der Luft ſich zerſtöhren oder vermindern laſſe. Boyle ſuchte ausfindig zu machen, wie lange die Luft ihre Elaſticität behalten wird, nachdem ſie bis zum höchſten Grade, deſſen ſeine Luftpumpe fähig war, ausgedehnt worden wäre. Aber er konnte niemals eine merkliche Verminderung entdecken. Deſaguilier meldet, daß Luft, welche ein halbes Jahr lang in eine Windbüchſe eingeſchloſſen geweſen ſey, nichts von ihrer Elaſticität verlohren habe; und Roberval behauptet, er habe auf dieſelbe Weiſe Luft ſechszehn Jahr lang aufbewahrt, und nach Verlauf dieſes Zeitraums gefunden, daß ihre elaſtiſche Wurfkraft noch eben ſo beſchaffen war, als da er ſie eben erſt verdichtet hatte. Hales und Hawksbee hingegen ſchließen aus andern Verſuchen, daß die Elaſticität der Luft durch mancherley Urſachen geſchwächt und vermindert werden könne.

*) Man ſ. *Briſſon* to. II. p. 103.

Es war Lavoiſier vorbehalten, alle dieſe Schwierigkeiten zu heben. Er bewies, daß die Elaſticität aller Gasarten oder elaſtiſcher Flüßigkeiten, auf der Elaſticität des Wärmeſtoffs beruhe, welcher unter allen natürlichen Körpern im höchſten Grade elaſtiſch zu ſeyn ſcheint. Nichts, ſagt er, läßt ſich leichter begreifen, als daß ein Körper elaſtiſch wird, wenn er mit einem andern Körper, welcher dieſe Eigenſchaft beſitzt, eine Verbindung eingeht.

„Wir können nicht läugnen, daß bey dieſer Erklä„rung der Elaſticität ſchon die Elaſticität voraus geſetzt wird, „und daß wir folglich auf dieſe Weiſe die Schwierigkeit nur „um einen Schritt weiter entfernen. Alſo bleibt die Natur „der Elaſticität, und der Grund, warum die Wärmemate„rie elaſtiſch iſt, immer noch unerklärbar *).“

Auf der Elaſticität der Luft und ihrer Eigenſchaft, ſich zuſammen drücken zu laſſen, beruht der Mechaniſmus und der Gebrauch der Windbüchſe. In dieſen Inſtrumenten wird nehmlich eine Quantität Luft auf verſchiedene Weiſen dergeſtalt verdichtet, daß nach Wegſchaffung der verdichtenden Kraft eine Kugel mit wenig oder gar keinem Geräuſche, aber mit großer Gewalt, auf eine beträchtliche Weite abgeſchoſſen werden kann.

„Die gewöhnliche Windbüchſe wird aus Meßing ge„macht, und beſteht aus zwey Zylindern oder Läufen. Der „innere KA (Taf. 20. Fig 3) dient zur Abſchießung der „Kugel. In den weitern und äuſſern Zylinder, welcher „an dem Ende CB verſchloſſen iſt, wird die atmeſphäri„ſche Luft getrieben, und in dieſem verdichteten Zuſtande „gehalten. Zu dieſem Endzwecke dient die Pumpe M, „welche die Luft zwar hinein treibt, aber keine wieder zu„rückgehen läßt. Hat dieſe Pumpe einige Zeit lang geſpielt, „ſo häuft ſich eine große Menge Luft in dem äuſſern Zy„linder an. Dieſe verdichtete Luft nun kann man auf die

*) Man ſ. Lavoiſiers Elements of Chemiſtr, p. 22.

„Kugel K, vermittelſt der Zunge oder des Drückers O wir„ken laſſen, welcher die Spiralfeder R zurückſtößt, wodurch „eine Klappe hinter der Kugel geöffnet wird. Iſt die Klap„pe geöffnet, ſo ſtürzt die in dem äuſſern Laufe verdichtete „Luft hinter die Kugel, und ſtößt ſie mit großer Gewalt „fort. Dieſe Gewalt iſt ſo beträchtlich, daß die Kugel bey „einer Entfernung von ſechs und zwanzig Yards durch ein „einen halben Zoll dickes eichenes Brett fährt. Wird die „Klappe hinter K ſchnell wieder verſchloſſen, ſo dient eine „Ladung verdichteter Luft, mehrere Kugeln nach einander „abzuſchießen."

„Die kleinen Knallbüchſen der Kinder zeigen auch die „Gewalt und die Elaſticität der atmoſphäriſchen Luft. Denn „wird die Mündung der Röhre an dem einen Ende durch „eine Kugel verſtopft und eine andre Kugel an dem andern „Ende eingetrieben, ſo wird die in dem Laufe zwiſchen „beyden Kugeln enthaltene Luft, indem die hintere Kugel „nach der vordern hin getrieben wird, in einem fort im„mer mehr verdichtet, bis zuletzt die Elaſticität der ver„dichteten Luft ſo groß wird, daß ſie die vordere Kugel mit „Heftigkeit und Geräuſch fortſtößt."

„Bey der eigentlichen Windbüchſe iſt das Geräuſch „bey weitem nicht ſo groß. Wird ſie abgeſchoſſen, ſo hört „man weiter nichts, als einen Laut von ſtröhmendem Win„de; und es iſt gar wohl möglich, daß, wenn man im ge„meinen Leben von Leuten reden hört, welche andre mit „ſogenanntem ſtillen Pulver erſchoſſen haben ſollen, der„gleichen Morde von den geräuſchloſen Wirkungen der „Windbüchſe hergerührt haben mögen *)."

Die Windbüchſe, welche der Schriftſteller beſchreibt, aus welchem obiges entlehnt worden iſt, hat einer andern von einfacherer Bauart weichen müſſen. Man verdankt dieſe dem verſtorbenen, ſcharfſinnigen Benjamin Martin. Sie iſt, wie eine gewöhnliche Flinte geſtaltet, hat

*) Man ſ. *Goldſmith's* philoſophy Vol. II. p. 56.

nur einen Lauf, und die verdichtete Luft befindet ſich in einer meßingenen Kugel, welche man unter dem Schloſſe anſchraubt. Dieſe Kugel wird mit einer ſtarken Pumpe geladen. Sie iſt mit einem Hahne verſehen und wird, wenn ſie geladen werden ſoll, auf das Ende der Pumpe aufgeſchraubt. Dreht man dann den Hahn um, ſo kann man ſie von der Pumpe los und an die Windbüchſe anſchrauben. Die abzuſchießende Kugel paßt ſehr genau in den Lauf, und wird wie eine Flintenkugel feſt hinein geſtoſſen. Eine jede Windbüchſe iſt gewöhnlich mit zwey meßingenen Luftkugeln verſehen, worin ſo viel Luft enthalten iſt, daß man das Gewehr ungefehr zwanzig Mal abſchießen kann. Diejenige Kugel, welche man ſo eben nicht braucht, kann man in der Taſche bey ſich tragen. Um das Gewehr zu laden, muß man den Hahn umdrehen. Auf dieſe Weiſe wird eine kleine Kammer an dem Kolben mit verdichteter Luft angefüllt. Iſt dieſes geſchehen, ſo dreht man den Hahn in die vorige Richtung, um die übrige Luft für weitere Ladungen aufzuheben. Indem man den Drücker bewegt, öffnet ſich eine Klappe, und die Elaſticität der Luft treibt, wie in der oben beſchriebenen Windbüchſe, die Kugel aus.

Die Elaſticität der atmoſphäriſchen Luft bringt ferner beträchtliche Wirkungen in den natürlichen Körpern hervor. Denn indem ſie in die Zwiſchenräume der Körper eindringt und alsdann ihre ausdehnende Kraft äuſſert, welche ſich auf eine ſo leichte Weiſe erregen läßt, ſo muß ſie nothwendig die Theilchen der Körper, zwiſchen welchen ſie ſich befindet, in einen Zuſtand von beynahe beſtändiger Schwingung verſetzen. Die Wahrheit dieſer Beobachtungen zeigt ſich beſonders deutlich in den Luftgefäßen der Pflanzen, welche die Functionen der Lungen verrichten. Indem ſich nehmlich die darin gelegene Luft, zu Folge der Zu- und Abnahme der Wärme, wechſelsweiſe ausdehnt und zuſammenzieht, ſo erleiden die Gefäße bald dadurch einen Druck, bald werden ſie davon wieder befreyt, und auf

dieſe Weiſe wird ein ununterbrochener Kreislauf in den Flüßigkeiten unterhalten.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß ſogar ganze Marmorſäulen ſich geſpalten haben, weil die Elaſticität einiger kleiner darin enthaltener Luftbläschen vermehrt worden war.

Fäulniß und Gährung ſind natürliche Proceſſe, welche gänzlich auf der Wirkung der Luft beruhen. Denn wir wiſſen durch zahlreiche Verſuche, daß weder die eine, noch die andre dieſer Veränderungen in einem luftleeren Raume, ſelbſt nicht bey Subſtanzen, welche dazu noch ſo ſehr geneigt ſind, Statt finden kann.

Als ich von der Atmoſphäre unſrer Erde ſprach, habe ich erinnert, daß man ſie in Rückſicht ihrer Zuſammenſetzung in allen Klimaten und an allen Orten, ſowohl auf den Spitzen hoher Berge, als in tiefen Thälern, faſt ohne alle Veränderung gefunden hat; daß hingegen ihre Dichte in eben dem Verhältniſſe beträchtlich abnimmt, in welchem ihre Höhe wächst. Die ganze Erdkugel iſt überall mit der atmoſphäriſchen Luft umgeben: die geſammte Atmoſphäre bewegt ſich zugleich mit der Erdkugel, ſowohl was die tägliche, als die jährliche Bewegung derſelben betrifft, und ſie dient als eins der kräftigſten Wirkungsmittel in der Oekonomie der Natur.

Man hat verſchiedene Methoden erſonnen, die Höhe der Atmoſphäre zu beſtimmen. „Dieſe Verſuche, ſagt Adams, fingen bald darauf an, nachdem man vermittelſt „der Toricelliſchen Röhre die Entdeckung gemacht hatte, „daß die Luft eine mit Schwerkraft verſehene Subſtanz ſey. „Man lernte auch auf dieſe Weiſe einſehen, daß eine Luftſäule, „deren Grundfläche einen Quadratzoll groß, und welche „ſo hoch als die ganze Atmoſphäre iſt, funfzehn Pfund „wiegt; ferner daß ſich das Gewicht der Luft zu dem Gewichte des Queckſilbers, 1 : 10800 verhält. Hieraus „folgt, daß, wenn das Gewicht der Atmoſphäre hinreicht, „eine Queckſilberſäule dreyßig Zoll zu erheben, die Höhe

„der Luftſäule 10800 Mal ſo groß ſeye, und folglich ein we-
„nig mehr als fünf Meilen betragen müſſe.“

„Indeſſen iſt man niemals der Meinung geweſen, daß
„dieſe Berechnung richtig ſeyn könne. Denn da die Luft
„eine elaſtiſche Flüßigkeit iſt, ſo müſſen ſich die obern Theile
„der Atmoſphäre in einen ungeheuren Umfang ausdehnen,
„und folglich die obgedachte Berechnung im höchſten Grade
„irrig machen. Durch Verſuche, welche in verſchiedenen
„Ländern angeſtellt worden ſind, hat man gefunden, daß
„die Räume, welche eine Quantität Luft einnimmt, ſich
„umgekehrt, wie die Gewichte verhalten, womit dieſelbe
„zuſammen gedrückt wird. Dies muß man alſo alles mit
„in Anſchlag bringen, wenn man die Höhe der Atmoſphäre
„berechnen will.“

„Nehmen wir an, daß die Höhe der ganzen Atmo-
„ſphäre in unzählige gleiche Theile eingetheilt ſey, und ſe-
„tzen wir voraus, daß die Dichte eines jeden dieſer glei-
„chen Theile ſich wie ſeine Quantität, und das Gewicht
„der ganzen aufliegenden Atmoſphäre ſich gleichfalls, wie
„die Quantität derſelben verhalte, ſo iſt offenbar, daß das
„Gewicht der aufliegenden Luft ſich überall, wie die in dem
„untern Theile enthaltene Menge verhalte, welches zwiſchen
„den Gewichten jeder zwey unmittelbar aufeinander liegen-
„den Lufttheilchen einen Unterſchied macht. Aus einem
„Theoreme in der Geometrie, wornach die Unterſchiede der
„Größen den Größen ſelbſt geometriſch proportionirt ſind,
„erhellt, daß dieſe Größen eine arithmetiſche Reihe aus-
„machen. Wenn folglich nach der Vorausſetzung die Höhen
„der Luft durch die Zuſetzung neuer Theilchen, in welche
„ſie getheilt worden iſt, in einer arithmetiſchen Reihe wach-
„ſen, ſo wird ihre Dichte, oder welches einerley iſt, ihre
„Schwere in einer geometriſchen Reihe abnehmen.“

„Nach einer ſolchen Reihe iſt es nicht leicht, vermit-
„telſt zwey bis drey Barometriſchen Beobachtungen und
„wenn man die Dichte der Atmoſphäre an zwey bis drey

„verſchiedenen Oertern angiebt, ihre abſolute Höhe, oder „ihre Lockerheit für jede beliebige Höhe zu beſtimmen. Man „hat nach dieſem Plane Berechnungen gemacht; aber weil „die Erfahrung lehrte, daß die barometriſchen Beobach„tungen ſchlechterdings nicht mit der Dichte zuſammen„ſtimmten, welche die Luft nach andern Verſuchen hätte „haben ſollen, ſo iſt man auf die Vermuthung gekommen, „daß die obern Theile der Luftregionen mit den untern nicht „einerley Geſetzen unterworfen wären. Die Naturfor„ſcher haben daher ihre Zuflucht zu einer andern Methode „genommen, um die Höhe der Atmoſphäre mit Gewißheit „zu beſtimmen. Man fing nämlich nunmehr an, die Höhe „zu berechnen, von welcher die Strahlen des Sonnenlich„tes dermaſen gebrochen werden, daß das Sonnenbild uns „ſichtbar wird, ehe noch die Sonne ſelbſt ſich über den Ho„rizont erhebt. Durch dieſe Methode erhielt man das Re„ſultat, daß bey einer Höhe von fünf und vierzig Meilen „die Atmoſphäre keine Brechungskraft mehr beſitze, und „daß folglich jenſeits dieſer Entfernung entweder ein voll„kommen luftleerer Raum ſey, oder die Luft ſich wenigſtens „in einem Grade der Verdünnung befinde, welcher dem„ſelben am nächſten komme, und alſo nicht weiter beo„bachtet zu werden verdiene."

„Dieſe Theorie wurde in kurzer Zeit allgemein ange„nommen und man ſprach im gemeinen Leben von der Höhe „der Atmoſphäre eben ſo zuverſichtlich, als von der Höhe „eines Berges, und hielt ſie für eben ſo gut, wo nicht „für noch richtiger beſtimmt, als es die Höhe der meiſten „Berge ſind. Allein ſehr große Schwierigkeiten, welche man „noch nie hat wegräumen können, erheben ſich dagegen „aus den Erſcheinungen gewiſſer Meteore, zum Beweiß „großer Feuerkugeln, welche man gar nicht ſelten in ſehr „beträchtlichen Höhen über der Erde gewahr wird. Ein „ſehr merkwürdiges Phänomen dieſer Art beobachtete Dok„tor Halley in dem März des Jahres 1719. Die Höhe

„dieſer Kugel berechnete er auf neun und ſechzig bis drey „und ſiebzig und eine halbe engliſche Meile; ihren Durch„meſſer auf zwey tauſend acht hundert Yards, oder über „anderthalb Meilen und ihre Geſchwindigkeit ungefähr auf „drey hundert und funfzig Meilen für eine Minute. Man „hat andre, dem Anſcheine nach von derſelben Art, beo„bachtet, deren Höhen und Geſchwindigkeiten aber noch „größer waren. Hieher gehört beſonders die ſehr merk„würdige Feuerkugel, welche im Jahr 1783 den achtzehn„ten Auguſt beobachtet worden iſt. Ihr Abſtand von der „Erde konnte nicht weniger, als neunzig Meilen betragen, „und ihr Durchmeſſer nicht geringer, als der Durchmeſſer „der vorher gedachten ſeyn, während daß ihre Geſchwin„digkeit zuverläßig wenigſtens auf tauſend Meilen für eine „Minute geſchätzt werden mußte. Feuerkugeln, welche „dem Anſcheine nach dieſen ähnlich waren, ob ſie gleich „eine weit geringere Größe beſaßen, hat man zuweilen „auf der Oberfläche der Erde bemerkt. Von dieſer Art be„obachtete man eine 1749, den vierten November, am „Bord des Montague, welche ſo groß als ein beträchtli„cher Mühlſtein zu ſeyn ſchien, und mit einem heftigen „Knalle zerplatzte.

„Nach der Analogie zu ſchließen, ſcheint es ſehr wahr„ſcheinlich, daß die Meteore, welche ſich in der Luft in ſo „großen Höhen zeigen, von denjenigen, welche gleichwie „die ſoeben erwähnte Feuerkugel, auf der Oberfläche der „Erde angetroffen werden, nicht weſentlich verſchieden ſind. „In Rückſicht der erſtern findet die Bedenklichkeit ſtatt, „daß bey den obgedachten großen Höhen der Atmoſphäre „nach der obigen Thorie die Atmoſphäre nicht denjeni„gen Grad der Dichte beſitzen kann, welche „zur Unterhaltung der Flamme, oder zur Fort„pflanzung des Schalles erfordert wird. Al„lein dieſe Meteore ſind gewöhnlich mit einer oder meh„rern Explosionen begleitet, ja zuweilen ſollen ſie, indem

„ſie über unſern Köpfen weggehen, ſogar ein ziſchendes „Geräuſch von ſich geben. Das Meteor im Jahr 1719 „war nicht nur ſehr hell, ſo daß es auf eine kurze Zeit die „Nacht in Tag verwandelte, ſondern es war auch damit „eine Exploſion verbunden, welche überall in Großbritta„nien gehört wurde, eine heftige Erſchütterung in der At„moſphäre verurſachte, und die Erde ſelbſt zu erſchüttern „ſchien. Auf das Meteor im Jahre 1783 folgten, ob es „gleich viel höher, als jenes erſtere war, dennoch gleich„falls Exploſionen, und nach dem Zeugniße mehrerer Leute „wurde, ſo wie es über die Köpfe wegging, ein ziſchendes „Geräuſch vernommen. Doktor Halley geſteht, es ſey „ihm nicht möglich, dieſe Umſtände mit der gewöhnlichen „angenommenen Theorie von der Höhe der Atmoſphäre zu „vereinigen. Denn in den Regionen, in welchen ſich die„ſes Meteor bewegte, muß die Luft dreyhundert tauſend „Mal lockerer, als diejenige, welche wir einathmen, ge„weſen ſeyn, und folglich zunächſt an den vollkommen luft„leeren Raum gegränzt haben.

„Bey dem Meteor im Jahr 1783 iſt die Schwierigkeit „noch ſchwerer, da es zwanzig Meilen höher in der Luft ge„weſen zu ſeyn ſcheint. Doktor Halley theilt zwar eine „Muthmaſung mit, daß die ungeheure Größe ſolcher Kör„per für die Lockerheit des Mittelkörpers, in welchem ſie „ſich bewegen, einen Erſatz abgeben könne; indeſſen läßt „ſich, da wir ſo wenig Data haben, nicht beſtimmen, ob „dies wirklich der Fall ſeyn könne, und die größte Schwie„rigkeit beſteht eigentlich darin, wie ſich der helle Glanz „ſolcher Meteore erklären laſſe. Lufterſcheinungen dieſer „Art laſſen ſich wohl, wie ich nicht läugne, mit großer „Wahrſcheinlichkeit von der elektriſchen Materie ableiten; „aber die Schwierigkeit iſt auf dieſe Weiſe immer noch nicht „gehoben. Denn obgleich das elektriſche Feuer den luft„leeren Raum einer gewöhnlichen Luftpumpe mit großer „Leichtigkeit durchdringt, ſo zeigt es ſich doch nicht in die-

„ſem Falle, wie in der freyen Luft, in hellen, ſcharf ab-
„geſchnittenen und begränzten Funken, ſondern vielmehr
„in langen Strömen, welche dem Nordlichte gleichen. Aus
„einigen neuerlich angeſtellten Verſuchen ſchließt Mor-
„gan, daß die elektriſche Flüßigkeit einen vollkommen luft-
„leeren Raum nicht durchdringen könne. Sollte dies wirk-
„lich der Fall ſeyn, ſo erhellt, daß die Luftregionen, von wel-
„chen wir hier ſprechen, kein ſo vollkommen luftleerer Raum
„ſind, als man durch die Kunſt hervor bringen kan. Dem ſey
„nun, wie ihm wolle, ſo zeigt doch die auſſerordentliche
„Helligkeit des Lichtes daß in jenen Regionen eine Flüßig-
„keit zugegen ſeyn mußte, welche die elektriſche Materie
„eben ſo gut, als die atmoſphäriſche Luft auf der Oberflä-
„che der Erde, zuſammen halten und verdichten konnte.
„Denn erwägt man den Abſtand dieſer Meteore von
„der Erde, ſo kann man den Grad ihrer Helligkeit un-
„möglich geringer annehmen, als das Licht der helleſten
„Blitze iſt.“

„Aus allem dieſen zuſammen genommen kann man den
„Schluß ziehen, daß die abſolute Höhe der Atmoſphäre
„noch nicht beſtimmt worden ſey. Der Anfang und das
„Ende der Dämmerung zeigt zwar, daß die Höhe, wo die
„Atmoſphäre das Sonnenlicht zu brechen anfängt, gegen
„vier bis fünf und vierzig engliſche Meilen beträgt. Aber
„dies iſt wahrſcheinlich nur die Höhe, bis zu welcher ſich
„die wäſſerigen Dünſte erheben. Denn es iſt gar keine
„unwahrſcheinliche Vermuthung, daß die Lichtſtrahlen blos
„vermittelſt der in der Atmoſphäre enthaltenen wäſſerigen
„Dünſte gebrochen werden. Wo alſo dieſe Eigenſchaft
„der Luft aufhört, kann dieſe doch wohl noch im Stande
„ſeyn, das elektriſche Feuer wenigſtens eben ſo hell und
„ſtark, als auf der Oberfläche der Erde zu unterhalten.
„Daß ſich die Höhe der Atmoſphäre viel weiter erſtrecke
„zeigen die angeführten Meteore. Denn alle dieſe haben
„ſich ohne Zweifel innerhalb der Atmoſphäre bewegt, ſonſt

„wäre die Erſcheinung vom Jahre 1783., welche man ge-
„gen eine Minute lang ſahe, von der Erde in ihrem jähr-
„lichen Laufe um die Sonne tauſend Meilen weſtwärts zu-
„rück gelaſſen worden. *)

*) Man ſ. *Adams* Lectures Vol. I. p. 52. ſſ.

Zehntes Kapitel.

Vom Schalle.

Der Schall unter dreyerley Geſichtspunkten betrachtet. — Durch eine zitternde Bewegung in den Theilen der Körper verurſacht. — Durch eine wellenförmige Bewegung der Luft fortgepflanzt. — Dieſes durch Verſuche bewieſen. — Gläſer durch Schreyen zerbrochen. — Elaſtiſche Flüßigkeiten ſind nicht die einzigen Mittel, den Schall fortzupflanzen. — Waſſer oder feſte Körper können es auch. — Geſchwindigkeit des Schalles. — Verſuche hierüber. — Wiederhalle. — Sprachgewölbe. —

Es giebt eine andere Eigenſchaft der Luft, von welcher ſich im vorhergehenden Kapitel nicht ſchicklich ſprechen lies: ich meine ihr Vermögen, den Schall fortzupflanzen.

Der Schall wird durch eine ſchwingende Bewegung erzeugt, welche ein Schlag oder eine Erſchütterung in einem ſchallenden Körper hervorbringt. Dieſelbe Bewegung theilt dann dieſer ſchallende Körper der Flüßigkeit mit, welche denſelben umgiebt, und vermittelſt dieſer Flüßigkeit wird ſie bis zum Ohre fortgepflanzt, einem Organe, das auf die bewundernswürdigſte Weiſe ganz dazu eingerichtet iſt, dergleichen Eindrücke aufzunehmen.

Aus dieſer Erklärung folgt, daß der Schall in drey verſchiedenen Geſichtspunkten betrachtet werden kann: zuvörderſt in Rückſicht auf den ſchallenden Körper ſelbſt, wel-

cher den Schall hervorbringt; zweytens in Rückſicht auf den Mittelkörper, welcher den Schall fortpflanzt, und drittens in Rückſicht auf das Sinnwerkzeug, welches den Eindruck aufnimmt.

Diejenigen Körper heißen im eigentlichen Sinne **ſchallend**, welche einen deutlichen Schall von einer gewiſſen Dauer von ſich geben, z. B. Glocken, Violinenſaiten u. ſ. w.; aber nicht diejenigen, welche nur einen undeutlichen Laut hören laſſen, z. B. ein Stein, wenn derſelbe auf den Fußboden auffällt. Wenn Körper in eigentlichem Sinne ſchallend ſind, ſo ſind ſie, wie hernach bewieſen werden wird, nothwendigerweiſe elaſtiſch, und ihr Schall ſteht, was ſeine Stärke und Dauer anlangt, mit ihren Schwingungen im Verhältniß.

Man nehme z. B. an, daß eine Glocke von irgend einem feſten Körper angeſchlagen werde. Dadurch wird den Theilchen derſelben eine Art wallender oder zitternder Bewegungen mitgetheilt, und dieſe Bewegung wird ſogar fühlbar, wenn man die Hand oder die Finger an die Glocke hält.

Um dies beſſer zu verſtehen wollen wir uns vorſtellen, daß eine Glocke aus einer Reihe kreisförmiger Streifen beſtehe, welche im Durchmeſſer bis zur Spitze immer abnehmen; und jeden dieſer Streiſe kann man ſich als einen flachen Ring denken, welcher aus ſo vielen concentriſchen Kreiſen beſteht, als die Dicke deſſelben verſtattet. Wird nun dieſer Ring bey dem Punkte a (Taf. 20 Fig. 4.) angeſtoßen, ſo bewegt ſich der geſtoßene Theil nach c zu, und zu gleicher Zeit die Theile b, d nach m und m. Die Bewegung dieſer Theile hat zur nothwendigen Folge, daß ſich der Punkt c nach e hinbegiebt. Aber wegen ihres elaſtiſchen Vermögens nehmen dieſe Theile augenblicklich die Lage wieder an, in welcher ſie ſich befanden, ehe die Glocke angeſchlagen wurde, da ſie indeſſen mit einer beſchleunigten Kraft zurück ſpringen, ſo pflegen ſie über den Punkt, wo

ſie

ſie ruhen ſollten, hinaus zu gehen. Der Theil a nämlich bewegt ſich, nachdem er von g nach a zurück gekommen iſt, nach f hin; der Theil c nach h und die Theile [illegible] und [illegible] nach k und l. Die Folge hiervon iſt, daß die Glocke, welche Anfangs eine kreisförmige Geſtalt hatte, nach dem Anſchlagen wirklich wechſelsweiſe in zwey verſchiedenen Richtungen eyförmig wird. Folglich müßen in denen Theilen, wo die Krümmung am gröſten iſt, ihre äuſſern Punkte von einander abweichen.

Derſelbe Umſtand tritt bey der Saite einer Harfe oder eines jeden andern beſaiteten Inſtruments ein, wenn darauf geſpielt wird. Denn damit die Saite eine winkelförmige Richtung bekomme, wie z. B. ACD oder AED (Taf. 20. Fig. 5) iſt es nothwendig, daß man die Saite ausdehne oder verlängere. Und folglich müſſen ihre Theilchen einigermaſſen von dem Berührungspunkte entfernt werden.

Es giebt alſo zweyerley Schwingungen, welche in ſchallenden Körpern Statt finden: die allgemeine Schwingung, welche die Geſtalt des Körpers verändert, und die beſondere Schwingung, welche zu Folge der erſtern auf die kleinern Theilchen wirkt. De la Hire *) hat bewieſen, daß der Schall nicht von der allgemeinen Schwingung, ſondern vielmehr von der Schwingung der Theilchen herrühre. Denn wenn die beyden Schwingungen getrennt werden können, ſo lehrt die Erfahrung, daß die erſtere keinen Schall erzeugt. Iſt aber die allgemeine Schwingung mit einer Schwingung der Theilchen verbunden, ſo wird durch die letztere die Dauer, Stärke und die Modulation des Schalles beſtimmt. Wenn im Gegentheil dieſe Schwingungen durch eine Berührung des ſchallenden Körpers geſtöhrt oder unterbrochen werden, ſo hört der Schall unmittelbar auf. Aus dieſer Urſache bringen die Uhrmacher an

*) Man ſ. die Mémoires de l'acad. des ſciences de Paris 1716. p. 264.

Ff

dem Hammer, welcher an die Glocke anſchlägt, eine kleine Feder an, wodurch der Hammer in dem Augenblicke, da er angeſchlagen hat, wieder aufgehoben und gehindert wird, auf der Glocke liegen zu bleiben, weil ſonſt der Schall ſehr geſchwächt oder ganz vernichtet werden würde.

Ein hoher Schall wird erzeugt, wenn die Schwingungen des ſchallenden Körpers zahlreicher ſind; ein tiefer, wenn ſie minder häufig erfolgen. Zwiſchen den hohen und tiefen Tönen findet übrigens kein Mittelzuſtand Statt. Man ſagt, daß ſchallende Körper gleichförmig tönen, oder in Uniſono ſind, wenn ſie mit einer und derſelben Schnelligkeit ſchwingen. Schwingt der eine zwey Mal ſo ſchnell, als der andre, ſo weichen ſie durch eine Octave von einander ab. Andere Verhältniſſe in Rückſicht auf die Geſchwindigkeit der Schwingungen werden mit andern Nahmen belegt. Saiten, welche kurz und ſcharf geſpannt ſind, erzeugen hohe Töne; lange und ſchlaffe hingegen tiefe.

Die Bewegung oder Schwingung der Körper, welche ſich in einer Entfernung von uns befinden, würde auf unſer Gehörwerkzeug nicht wirken können, wenn nicht ein andrer Körper dazwiſchen käme, welcher dieſe Bewegung aufnimmt und dann die Schwingungen bis zu unſern Sinnwerkzeugen fortgepflanzt. Zum Beyſpiel, ein heftiger Schlag auf einen Ambos oder Glocke würde von uns, ſelbſt in einer ſehr kleinen Entfernung nicht empfunden werden können, wenn ſich nicht ein Mittelkörper zwiſchen dieſen Gegenſtänden und uns befände, welcher die Schwingungen bis zu unſern Gehörnerven fortzupflanzen im Stande wäre.

Elaſtiſche Flüßigkeiten ſind die wirkſamſten Mittelkörper zu dieſem Endzwecke, und daher iſt die atmoſphäriſche Luft das gewöhnlichſte Vehikel des Schalles. Man kann ſich davon ſehr leicht überzeugen, wenn man eine Glocke unter dem Recipienten einer Luftpumpe läutet. Denn der Schall, welchen ſie daſelbſt von ſich giebt, wird, ſo wie

man die Luft wegpumpt, allmählig immer ſchwächer, bis er zuletzt ganz aufhört, hörbar zu ſeyn.

Daß die Luft mit großer Gewalt bewegt werden könne, erhellt ſowohl aus den heftigen Erſchütterungen, welche ſie bey den Explosionen des Schießpulvers erleidet, als auch aus dem Vermögen, welches bekanntlich einige Perſonen beſitzen, Trinkgläſer vermittelſt ihrer Stimme zu zerbrechen, wenn ſie dieſelben mit dem Tone, den das Glas bey einem Schlage hervorgebracht haben würde, uniſoniſch erſchüttern.

Man hat ſonſt angenommen, die in der Luft durch ſchallende Körper erregte zitternde Bewegung ſey den allmählig ſich bildenden Ringen ähnlich, welche ſich erzeugen, wenn man die Oberfläche eines Waſſers erſchüttert. Aber dieſe Hypotheſe iſt durch die Beobachtung widerlegt worden, daß Schalle, ſie mögen nun ſtark oder ſchwach ſeyn, ſich immer mit einerley Geſchwindigkeit fortbewegen, was von den Ringen auf der Oberfläche des Waſſers nicht gilt, indem dieſe eine geſchwindere oder langſamere Bewegung haben, je nachdem die ſie erzeugende Urſache mit mehr oder weniger Stärke gewirkt hat.

Ein jeder Schall wird ſtärker oder ſchwächer, und iſt in einer größern oder geringern Entfernung hörbar, je nachdem die elaſtiſche Flüßigkeit, welche denſelben fortpflanzt, dichter *) oder lockerer iſt. Hawksbee hat über dieſen Theil der Naturlehre tiefe Nachſtellungen angeſtellt, welche folgendes Reſultat gaben. Hat die Luft eine zwey Mal ſo große Dichte bekommen, als ihre gewöhnliche iſt, ſo pflanzt ſie den Schall vier Mal ſo weit, als gemeine atmoſphäriſche Luft fort. Hieraus ſchließt Hawks-

*) Daß ein Grad von Dichte bey einer Flüßigkeit nothwendig ſey, wenn ſie Schalle fortpflanzen ſoll, erhellt aus dem Umſtande, daß das Licht, eine äuſſerſt lockere Flüßigkeit, dieſes Vermögen gar nicht beſitzt. Traité élémentaire de phyſique. To. II. p. 162.

tet mit Grund, daß der Schall nicht blos in geradem Verhältniſſe der Dichte der Luft, ſondern im Verhältniſſe des Quadrats dieſer Dichte wächst.

Wird der Schall in einer elaſtiſchen Flüßigkeit fortgepflanzt, welche dichter als die atmoſphäriſche Luft iſt, ſo wird er auch verhältnißmäßig weiter getrieben. Ich habe, ſagt Briſſon *), dieſes dargethan, indem ich einen ſchallenden Körper in kohlenſaures Gas oder fixe Luft brachte, deren Dichte ungefehr ein Drittel mehr beträgt, als die Dichte der atmoſphäriſchen Luft; die Folge davon war, daß zu dieſer Zeit und in dieſer Lage der Schall ſehr beträchtlich vermehrt wurde. Aus demſelben Grunde beſitzt die Trockenheit der Luft, wodurch die Dichte derſelben vermehrt wird, einen ſehr großen Einfluß, den Schall lauter und hörbarer zu machen. Der Schall wird ferner dann ſehr vermehrt, wenn die Luftſchwingungen von den umher befindlichen Körpern, auf welche dieſelben ſtoßen, zurückgeworfen werden. Daher kommt es, daß die Muſik in einem verſchloſſenen Zimmer viel heller, als in freyer Luft tönt.

Inzwiſchen ſind elaſtiſche Flüßigkeiten nicht die einzigen Mittelkörper, durch welche der Schall fortgepflanzt werden kann. Er läßt ſich auch vermittelſt des Waſſers und andrer Flüßigkeiten fortſetzen, wie man leicht darthun kann, wenn man einen ſchallenden Körper in Waſſer eintaucht. Allein man muß wiſſen, daß in dieſem Falle der Schall weniger hörbar iſt, und ſich nicht auf eine ſo große Entfernung erſtreckt. Die Urſache dieſer Verminderung beruht darauf, daß Mittelkörper für die Fortpflanzung des Schalles elaſtiſch ſeyn müſſen. Dies iſt aber eine Eigenſchaft, welche Waſſer und andre Flüßigkeiten nur in einem ſehr niedrigen Grade beſitzen.

*) Elements de physique To. II. p. 164.

Der Schall wird ferner durch feſte Körper fortgeleitet, wenn ſie nur ſo viel Elaſticität beſitzen, als zur Hervorbringung dieſer Wirkung nöthig iſt.

Wir haben bereits geſehen, daß das Licht mit unglaublicher Schnelligkeit fortgeſtoſſen, oder zurückgeworfen wird. Der Schall hingegen pflanzt ſich weit langſamer fort und ſeine fortſchreitende Bewegung wird unſern Sinnen ſehr leicht bemerklich. Das Aufblitzen des Pulvers von einer Kanone oder auch einer Flinte ſehen wir einige Sekunden früher, als der Knall unſre Ohren erreicht. Weil folglich die Bewegung des Lichtes bey mäſigen Entfernungen augenblicklich iſt, ſo hat man ſich dieſes Mittels gewöhnlich bedient, um die fortſchreitende Bewegung des Schalls zu beſtimmen. Iſaak Newton bemerkt, daß „alle ſchallenden Körper ihre Bewegungen nach allen Seiten „zu durch auf einander folgende Verdichtungen und Er„ſchlaffungen, das heißt, durch ein wechſelsweiſes Vor„und Rückwärtsgehen der Theilchen fortpflanzen“. Werden dieſe Schwingungen der Luft mitgetheilt, ſo heiſſen ſie Schallwellen (pulſes of ſound).

Alle Schallwellen bewegen ſich mit gleicher Geſchwindigkeit. Dies läßt ſich durch Verſuche darthun; und man hat gefunden, daß ſie ungefähr 1142 Fuß in einer Secunde durchlaufen, der Schall mag nun laut oder dumpf, tief oder hoch ſeyn. *)

*) Daß wir in Beziehung auf Töne Täuſchungen unterworfen ſind, und daß die Töne höher werden, ſowie ſie aus einer gröſern Entfernung herkommen, beweißt die Muſik. Wann die gröſten Muſiker einen entfernten Schall nachahmen wollen, ſo nehmen ſie gewöhnlich die Töne einer Octave höher. Vor einem Paar Jahren zeigte ein Mann in Weſtmünſter die Kunſt, Schalle für jede beliebige Entfernung nachzuahmen. Ich bemerkte, daß, wenn er eine aus einer groſſen Weite herkommende Stimme nachahmen wollte, er nicht blos den Schall undeutlicher machte, ſondern ihn auch einige Grade höher hob,

Ueber die Fortpflanzung des Schalles haben de Thury, Maraldi und la Caille auf einer 14636. Faden langen Linie, welche den Thurm des Berges Cheri an dem einen, und die Pyramide von Montmartre an dem andern Ende, und ihr Obſervatorium zwiſchen dieſen beyden Gegenſtänden hatte, einige merkwürdige Verſuche angeſtellt. Das Reſultat ihrer Beobachtungen war folgendes:

als wenn er eine nähere Stimme nachzuahmen ſuchte. Einige ſpätere Beobachtungen über Schalle veranlaſſen mich zu glauben, daß dieſe deſto höher werden, je größer die Entfernung iſt, aus welcher ſie herkommen, und im Gegentheil deſto tiefer werden, je näher ſich die erſten Schwingungen bey dem Labyrinthe des Ohres befinden. Folgender leichter und allgemein bekannte Verſuch wird, wie ich glaube, die Sache darthun. Man nehme irgend einen Körper, welcher einen Schall zu geben im Stande iſt, z. B. eine Feuerzange, und binde ſie oben an ein Band feſt, ſo daß beyde Enden des Bandes frey bleiben. Dieſe Enden rolle man um den Daumen einer jeden Hand, verſtopfe dann die Ohren feſt mit dieſen Fingern, und ſtoße die ſo aufgehängte Feuerzange an irgend einen Körper an. Die Tiefe des Tones, welchen dieſes neue muſikaliſche Inſtrument von ſich giebt, iſt erſtaunenswürdig. Die tiefſte und größte Glocke kommt demſelben in dieſer Rückſicht nicht bey. Dies kann, meines Erachtens, von nichts anderm herrühren, als von der großen Nähe des ſchallenden Körpers, deſſen Schwingungen unmittelbar den innern Theilen des Ohres mitgetheilt werden. Ich läugne nicht, daß ſich gegen dieſe letzte Meinung manche Einwendungen werden machen laſſen. Weitere Verſuche müßen daher ausmachen, ob dieſelbe gegründet ſey oder nicht; wer aber dergleichen Verſuche anſtellen will, muß ſich ganz beſonders in Acht nehmen, daß nicht der unmittelbare ſinnliche Eindruck etwa durch frühere Verſuche berichtiget werde. Inzwiſchen muß dieſe Veränderung des Tones mit der Entfernung nur nach großen Zwiſchenräumen abnehmen. *Goldſmith's* philoſoph. Vol. II. p. 195. 196.

Erſtens. Iſt die Luft ruhig, ſo bewegt ſich der Schall in einer Secunde hundert und drey und ſiebzig Toiſen.

Zweytens. Der Schall bewegt ſich mit demſelben Grade der Schnelligkeit, er mag nun ſtark oder ſchwach ſeyn. Den die gedachten Schriftſteller beobachteten, daß die Exploſion eines halben Pfundes Schießpulver, welches in eine Büchſe eingeſchloſſen war, und zu Montmartre entzündet wurde, in demſelben Augenblicke zu Mont Cheri gehört wurde, als der Knall eines großen Geſchützes, welches beynahe mit ſechs Pfund Pulver geladen war.

Drittens. Die Bewegung des Schalls iſt gleichförmig: ſeine Geſchwindigkeit nimmt, er mag einen noch ſo weiten Weg zurücklegen, weder zu, noch ab, was hingegen beynahe von jeder andern Art der Bewegung gilt.

Viertens. Die Geſchwindigkeit des Schalles iſt einerley, das losgeſchoſſene Geſchütz mag nun nach der Perſon, welche den Knall deſſelben hört, hingerichtet ſeyn, oder die entgegengeſetzte Richtung haben. Mit andern Worten: ein grobes Geſchütz, welches man in Tower zu London oſtwärts abfeuert, hört man zu Weſtminſter nach eben dem Zeitraume, als wenn es nach der letztern Gegend hin los geſchoſſen würde. Wird das Geſchütz nach einer auf den Horizont ſenkrechten Richtung abgebrannt, ſo wird der Knall eben ſo ſchnell gehört, als wenn das Abſchießen deſſelben in einer geraden Linie nach dem Beobachter hin geſchicht. —

Andere Verſuche zeigen indeſſen, daß die geſchwinde Bewegung des Schalles durch einen heftigen Wind aufgehalten wird, denn nach dieſem leatet, gegen einen ſtarken Wind, auf eine Minute im Durchſchnitt ungefähr eine Meile weniger zurück als mit demſelben.

Die Kenntniß von dem Fortgange des Schalles befriedigt nicht blos die Neugierde, ſondern leiſtet auch in manchen Fällen wirklichen Nutzen. Sie ſetzt uns in den

Stand, die Entfernung von Schiffen oder andern beweglichen Körpern zu beſtimmen. Man nehme zum Beyſpiel an, ein Schiff feure eine Kanone ab, deren Knall man fünf Secunden darauf hört, nachdem man den Blitz des Pulvers geſehen hat. Da ſich der Schall 1142 Engliſche Fuß, in einer Sekunde weit bewegt, ſo bekommt man, wenn man dieſe Anzahl mit 5 multiplicirt, für die Entfernung des Schiffes 5710 Fuß. Nach demſelben Grundſatze kann man, wie bereits oben erinnert worden iſt, bey Donnerwettern verfahren.

Da ſich die Schallwellen während ihrer fortſchreitenden Bewegung, wenn ſie auf einen ausgedehnten feſten Körper mit einer regelmäſigen Oberfläche ſtoſſen, zurück werfen laſſen, ſo wird ein Ohr, welches ſich in der Richtung dieſer zurück geworfenen Wellen befindet, einen Schall vernehmen, der dem urſprünglichen Schalle ähnlich iſt, aber von einem Körper herzukommen ſcheint, welcher hinter der Zurückwerfungsebene ſich in eben der Lage und Entfernung befindet, in welcher der eigentlich ſchallende Körper von derſelben gelegen iſt. Dieſer zurückgeworfene Schall führt gewöhnlich den Nahmen Echo. Das Echo oder der Wiederhall kann aber nicht in einer geringern Entfernung, als von funf und funfzig Fuß ſtatt finden. Denn der Abſtand muß ſo groß, und der zurück geworfene Schall, wenn er an das Ohr gelangt, durch einen ſo weiten Raum gegangen ſeyn, daß das Ohr denſelben von dem urſprünglichen Schalle deutlich unterſcheiden kann. *)

*) „Es iſt allgemein bekannt, daß Höhlen, Grotten, Berge und „Ruinen von Gebäuden dieſes Schallbild zurück werfen. Wir „können dieſen Schall wirklich ein Bild nennen, weil derſelbe „in jeder Rückſicht dem Bilde eines ſichtbaren Gegenſtandes „gleicht, welches von einer glatten Oberfläche zurück geworfen „wird. Unſre Figuren ſtellen ſich oftmals in einem Spiegel „dar ohne daß wir ſie ſelbſt ſehen, dahingegen diejenigen, „welche auf der einen Seite ſtehen, die Zurückwerfung allein

Zurückgeworfene Schalle laſſen ſich durch eben dieſelben Vorrichtungen verſtärken, deren man ſich in der Optik bey dem Lichte bedient. Hieraus folgt, daß Schalle, welche man in den einen Brennpunkt einer elliptiſchen Höhle ſpricht, in dem andern Brennpunkte derſelben, ſehr verſtärkt gehört werden. Die Sprachgallerie in der St. Paul Kathedralkirche zu London gehört hieher: ein ganz

[illegible]

„gewahr werden. Wollen wir im Stande ſeyn, das zurück geworfene Bild unſers Körpers zu erbliken, ſo müßen wir gerade in einer Linie mit dem Bilde ſtehen. Genau ſo verhält es „ſich mit einem Echo: wir müßen uns in der Linie befinden, „in welcher der Schall zurück geworfen wird, oder die Wiederholung geht für uns verlohren, indeß ſie zu gleicher Zeit „von andern, welche in einer kleinen Entfernung uns zur Seite ſtehen, deutlich gehört werden kann. Ich erinnere mich „an ein ſehr auſſerordentliches Echo bey einem verfallenen „Schloſſe, nahe bey Lowen in Flandern. Wenn Jemand daſelbſt ſang, ſo hörte er nur ſeine eigene Stimme, ohne irgend „eine Wiederhohlung; diejenigen hingegen, welche ſich in einer Entfernung befanden, hörten den Wiederhall, aber nicht „die Stimme; dann aber hörten ſie denſelben mit erſtaunenswürdigen Abänderungen, bald lauter, bald leiſer, bald näher, bald entfernter. In den Abhandlungen der franzöſiſchen „Akademie ſteht eine Nachricht von einem ähnlichen Echo in „der Gegend von Rouen. Das Gebäude, welches daſelbſt den „Schall zurücke wirft, iſt ein halb kreisförmiger Hof. Indeſſen bringen nicht alle Gebäude von derſelben Form auch dieſelben Wirkungen hervor. Die Erfahrung lehrt, daß einige „Muſiksäle für Töne ganz vortrefflich paſſen; dahingegen andere, welche nach demſelben Plane an einem andern Orte aufgebauet worden ſind, an ſtatt die Töne zu verſtärken, dieſelben auf eine ſehr widerliche Weiſe vermiſchen.“

„Da wir die Entfernungen von Oertern durch die Länge „der Zeit ſchätzen können, welche ein Schall zubringt, um „von denſelben zu uns gelangen, ſo können wir auch den Abſtand eines Wiederhalls durch die Länge des Zwiſchenraumes

leiſer Schall, welcher an der einen Seite des Doms her-vor gebracht wird, wird auf die andre Seite zurück geworfen, und kann daſelbſt ſehr leiſe gehört werden. Die Sprach- und Hörtrompeten, ſind zu Folge dieſes Grundſatzes eingerichtet. Die beſte Form für dergleichen Inſtrumente iſt ein hohles paraboliſches Conoid mit einer an der Spitze angebrachten kleinen Mündung, an welche man den Mund bringt, wenn der Schall vergrößert werden

„zwiſchen unſrer Stimme und der Wiederhohlung derſelben beſtimmen. Die deutlichſten Echos ſind auch immer die entfernteſten; hingegen diejenigen, welche ſich ſehr nahe finden, geben ihren Schall mit ſo großer Geſchwindigkeit zurück, daß der Zwiſchenraum faſt nicht bemerkt werden kann. Iſt dieſes der Fall, und befindet ſich das Echo in einer ſo großen Nähe, ſo ſagt man, daß die Stimme nur verſtärkt, aber nicht wiederhohlt werde, wiewohl in der That die Verſtärkung blos auf der ſchnellen Wiederhohlung beruht. Unſre Theater- und Concertſäle taugen für die Muſik und das Declamiren alsdann am beſten, wenn ſie den Schall bey dem kleinſten Zwiſchenraume von Zeit in dem höchſten Grade verſtärken. Denn eine Wiederhohlung, welche das Wort nicht eher anfängt, als bis der Redende es beendiget hat, wirft alle Schalle verworren untereinander. Zum Beyſpiel, das Theater zu Haymarket verſtärkt den Schall gar ſehr, aber es leiſtet dies bey einen beträchtlichen Zwiſchenraume von Zeit, nachdem die Perſon, welche ſingt oder ſpricht, ſchon aufgehört hat. Das Theater zu Drury-Lane verſtärkte, ehe es geändert wurde, den Schall, aber nur in einem niederigen Grade. Dann waren aber auch die Wiederhohlungen in ihrer Folge auſſerordentlich ſchnell, und wenn man die Schalle hörte, ſo vernahm man ſie eben daher deutlich. Dergoliſe, der große muſicaliſche Componiſt, pflegte zu ſagen, ein Echo ſey der beſte Lehrer. Denn die Muſik eines Mannes ſey auch noch ſo gut, ſo werde er doch, wenn er gegen ein Echo ſpiele, immer noch lernen können." *Goldſmith's* philoſophy Vol. II. p. 201. — 204.

ſoll, oder das Ohr hält, wenn man ſich das Hören erleichtern will.

Die Bauart des Ohres iſt einer von den verwickelteſten und ſchwerſten Gegenſtänden oder Phyſiologie. Sie läßt ſich ohne eine vorgängige Kenntniß von den Beſtandtheilen des thieriſchen Körper ſchwerlich begreifen. Aus dieſem Grunde ſcheint es mir nöthig, die Betrachtungen der Art und Weiſe, wie wir Schallideen bekommen, ſo lange auszuſetzen, bis ich von demjenigen Theile der thieriſchen Oekonomie, welcher den Gehörſinn betrift, handeln werde.

Eilftes Kapitel.

Von den Winden.

Verſchiedene Meinungen in Anſehung der allgemeinen Urſache der Winde. — Allgemeine oder beſtändige Winde. — Muſſons. — Vom See- und Landwinde. — Urſachen derſelben. — Unbeſtändige Winde. — Stürme. — Orkane. — Der Harmattan. — Der Siroccowind. — Der Samiel. — Sandſäulen erregender Wind. — Der Simum. — Wirbelwinde. — Waſſerhoſen. — Windsbräute (tornadocs.)

Die Meinungen der Naturforſcher über die Natur der Winde ſind ſehr verſchieden geweſen. Manche der hierüber bekannt gemachten Theorien kann man für wenig mehr, als für bloße Muthmaſungen gelten laſſen. Indeſſen iſt nicht zu leugnen, daß die Entdeckungen in der Elektrizität und eine chemiſche Kenntniß der Luft in den neuern Zeiten unſre mangelhafte Kenntniß dieſer Luftſtröhme einigermaſen verbeſſert und bereichert haben.

Ich habe bereits erinnert, daß die Luft ſich durch Wärme ausdehnen läßt, und folglich dann einen höhern Grad von Elaſticität erhält. So iſt es auch allgemein bekannt, daß ihre Elaſticität durch Kälte oder gefrierende Miſchungen geſchwächt wird. Verſchiedene Verſuche, welche zur Erläuterung dieſer Eigenſchaften der Luft angeſtellt worden ſind, machen es uns möglich, die Urſachen vie-

ler in der Atmoſphäre ſtatt findender Erſcheinungen anzunehmen.

Wird ein Feuer an der freien Luft angezündet, ſo ſteigt der dadurch verdünnte Theil dieſer Flüßigkeit in einem Strohme aufwärts und die kältre und dichtere Luft ſtröhmt auf allen Seiten zu. Dem zu Folge erzeugt ſich ein Wind, welcher beſtändig nach dem Feuer zuweht. Der auf dieſe Weiſe hervor gebrachte Wind iſt zu unbeträchtlich, als daß er in einer großen Entfernung bemerkt werden könnte. Aber die aus natürlichen Urſachen entſpringenden Verdünnungen der Luft können groß genug ſeyn, um unſre Atmoſphäre dermaſſen zu erſchüttern, daß jene Luftſtröhme entſtehen, welche immer in der Natur ſehr große Wirkungen hervor bringen, und zuweilen die ſchönſten Erzeugniße der menſchlichen Kunſt mit ſich fortreißen und zerſtöhren.

Briſſon iſt geneigt zu glauben, die Elektrizität ſey die erſte und allgemeinſte Urſache aller veränderlichen Winde. „Donnerwetter und Waſſerhoſen, *) ſagt er, ſind „nach der jetzt allgemein angenommenen Meinung elek„triſche Erſcheinungen, und dieſe Phänomene ſind oftmals „mit fürchterlichen Winden begleitet. Warum ſollte nun „nicht eben die Urſache, welche dieſe Erſcheinungen her„vorbringt, auch die Winde erzeugen können, womit jene „verbunden zu ſeyn pflegen? Und iſt die Elektrizität die „Urſache dieſer Winde, warum ſollte ſie nicht auch die Ur„ſache aller der übrigen ſeyn?" **)

Die Winde werden gewöhnlich in drey Klaſſen, nehmlich in allgemeine, periodiſche und veränderliche eingetheilt.

Die allgemeinen oder fortdauernden Winde wehen immer faſt in einer und derſelben Richtung. In dem atlan-

*) Die Waſſerhoſen anlangend hege ich doch manche Zweifel, wenigſtens was den Umfang betrift, daß die Elektrizität die nächſte oder die hervorbringende Urſache derſelben ſeyn ſoll. Man ſehe den letzten Theil dieſes Kapitels.

**) Man ſ. *Briſſon* traité élément de phyſ. Vol. II. p. 180.

tiſchen und ſtillen Oceane, unter der Linie iſt der Wind beynahe immer öſtlich. In der That weht er in dieſer Richtung auf beyden Seiten des Aequators bis zu einer Breite von acht und zwanzig Grad. Mehr nach Norden vom Aequator weht der Wind meiſtens zwiſchen Nord und Oſt, und je weiter wir nach Norden kommen, deſto nördlicher finden wir den Wind wehen. Mehr nach Süden vom Aequator weht er zwiſchen Süd und Oſt, und je weiter wir nach Süden vorrücken, deſto mehr finden wir ihn in dieſer Richtung wehen.

Zwiſchen den Parallelkreiſen von 28 und 40° S. B. iſt in derjenigen Strecke, welche ſich von dem dreyſigſten Grade W. L. von London bis zum hundertſten Grade O. L. ausdehnt, der Wind veränderlich. Am meiſten aber weht er zwiſchen NW. und SW., ſo daß die von England abgehenden Oſtindienfahrer meiſtens auf dem Parallelkreiſe von 36° S. Br, ihren Lauf halten *).

Die Seefahrer haben dieſe allgemeinen Winde Paſſatwinde genannt.

Diejenigen Winde, welche eine Zeitlang in einer gewiſſen Richtung wehen, und zu gewiſſen beſtimmten Jahreszeiten umſetzen, und eine eben ſo große Zeit lang von dem entgegengeſetzten Punkte des Compaſſes herwehen, werden Monſons genannt. Während der Monate, April, May, Junius, Julius, Auguſtus und September weht der Wind von Süden her über die ganze Länge des indiſchen Oceans, das heißt, zwiſchen den Parallelen von 28° nördlicher, und 28° ſüdlicher Breite, und zwiſchen der öſtlichen Küſte von Afrika und dem Mittagskreiſe, welcher durch den weſtlichen Theil von Japan durchgeht Allein in den andern Monaten, October, November, December, Januar, Februar und März, ſpringen die Winde in allen nördlichen Theilen des indiſchen Oceans um, und wehen in einer Richtung, welche denjenigen, die ſie in den erſten ſechs

*) Man ſ. Nicholſon's philoſ. Vol. II. p. 56.

Monaten hielten, gerade entgegen geſetzt iſt. Einige Tag vor dieſer Veränderung und nach derſelben giebt es Windſtillen, veränderliche Winde und fürchterliche Stürme mit Donnerwetter u. ſ. w.

Die Naturforſcher weichen in ihren Theorien über die Urſachen dieſer periodiſchen Winde von einander ab. Eine ſehr wahrſcheinliche Theorie über die allgemeinen Paſſatwinde iſt folgende. Man glaubt, daß ſie durch die Hitze der Sonne in den Gegenden um den Aequator herum erzeugt werden, wo die Luft in einem höhern Grade erhitzt, und folglich auch mehr verdünnt wird, als in den nördlichen Theilen der Erdkugel. Zu Folge dieſer Ausdehnung der Luft in jenen tropiſchen Gegenden ſtröhmt die dichtere Luft der höhern Breiten von beyden Seiten der Erdkugel gewaltſam nach dem Aequator zu Durch dieſe Zuſtröhmung der dichtern Luft würde, wenn nicht noch andre Umſtände dazu träten, ein eigentlicher Nordwind bey dem nördlichen, und ein Südwind bey dem ſüdlichen Wendekreiſe erzeugt werden. Da aber die tägliche Bewegung der Erde den geraden Einfluß der Sonne auf die Oberfläche unſrer Erde abändert, und da durch dieſe Bewegung derſelbe der Erde von Oſten nach Weſten zu mitgetheilt wird, ſo würde, wenn dieſer Einfluß allein obwaltete, ein Oſtwind entſtehen. Weil nun dieſe zwey Urſachen zu einer und derſelben Zeit gemeinſchaftlich wirken, ſo wehen die Paſſatwinde natürlicher Weiſe das ganze Jahr hindurch von NO in den nördlichen, und von SO in den ſüdlichen Breiten. Weil ſich aber die Sonne, während unſers Sommers, dem Wendekreiſe des Krebſes nähert, ſo iſt der Punkt, nach welchem ſich dieſe Winde kehren, nicht unabänderlich einer und derſelbe, ſondern ſie kehren ſich in der gedachten Jahreszeit mehr nach Norden, und während unſers Winters mehr nach Süden.

Die gelinden Land- und Seewinde innerhalb der Wendkreiſe kann man als partielle Unterbrechun-

gen der allgemeinen Paſſatwinde betrachten, und die Urſache derſelben iſt ohne viele Schwierigkeit ausfindig zu machen. Da das Waſſer ein beſſerer Wärmeleiter als die Erde iſt, ſo beſitzt das Waſſer immer eine gleichförmigere Temperatur. Folglich wird den Tag über das Land beträchtlich erhitzt, und die Luft verdünnt, und daher erhebt ſich in den Mittagsſtunden ein kühler Wind von der See her, welche zu dieſer Zeit weniger, als das Land erwärmt iſt. Hingegen während der Nacht verliehrt die Erde ihre übermäßige Hitze, indeß die Temperatur der See gleichförmiger bleibt. Folglich weht regelmäßig gegen Norden eine kühle Luft von dem Lande nach dem Oceane zu, wo die Atmoſphäre wärmer, und folglich in einem höhern Grade verdünnt iſt, als auf dem feſten Lande.

Die Urſache der Monſons kennt man nicht ſo gut, wie den Urſprung der allgemeinen Paſſatwinde; indeſſen führt das ſo eben Bemerkte auf eine wenigſtens wahrſcheinliche Theorie dieſes Gegenſtandes. Es iſt eine allgemein bekannte Thatſache, daß bey dem Aequator die Veränderungen der Wärme und Kälte durch die tägliche Bewegung der Erde veranlaßt werden, und daß der Unterſchied zwiſchen der Wärme des Tages und der Nacht faſt alles iſt, was man in dieſer Hinſicht verſchiedenes zwiſchen den Wendekreiſen bemerkt; da hingegen in den Polargegenden die großen Abwechſelungen der Kälte und Wärme durch die jährliche Bewegung der Erdkugel hervorgebracht werden, welche die ſo merklichen Veränderungen des Winters und Sommers erzeugt. Wäre folglich die Hitze der Sonne die einzige Urſache der Abwechſelung der Winde, ſo müßten die Veränderungen, wenn dergleichen auf dieſe Weiſe zwiſchen den Wendekreiſen Statt fänden, nur täglich ſeyn, aber die Veränderungen um den Pol herum würden nur einmal in ſechs Monaten eintreten. Da die Wirkungen, welche die Sonnehitze auf die Luft äuſſert, größer beym Aequator, als bey den Polen ſeyn müſſen, ſo müſſen

auch

auch die durch die Ausdehnung der Luft vermöge der Sonnenſtrahlen bewirkten Veränderungen des Windes zwiſchen den Wendekreiſen beſtändiger, als zwiſchen den Polargegenden ſeyn. Das unzweydeutigſte Zeugniß der Seefahrer beſtätigt die Wahrheit, daß die Winde nach den Polen zu veränderlicher, hingegen nach dem Aequator zu beſtändiger ſind. Aber im Sommer wird die anhaltende Hitze ſelbſt bey hohen Breiten ſehr fühlbar und erzeugt Veränderungen des Windes, welche man deutlich wahrnehmen kann. In unſerm eigenen kalten Himmelsſtriche ſind die Wirkungen der Sonne auf den Wind während der Sommermonate ſehr fühlbar; denn während die Witterung in dieſer Jahreszeit ſchön iſt, wird meiſtens der Wind, ſo wie die Tageszeit vorrückt, ſtärker, und weicht gegen Abend einer Windſtille, wo dann die heitere Luft unſerm Gefühle ſo wohl thut. Dies ſind die täglichen Veränderungen des Windes in den nördlichen Himmelsſtrichen Die jährliche Umwälzung unſrer Erdkugel um die Sonne bringt noch fühlbarere Wirkungen hervor. Der Umſtand, daß während des Sommers die Weſtwinde obwalten, läßt ſich von dieſer Urſache herleiten. Dies iſt in Rückſicht auf Frankreich und Spanien noch deutlicher; denn da das feſte Land oſtwärts mehr erhitzt wird, als die Gewäſſer des atlantiſchen Oceans, ſo wird die Luft während dieſer Jahreszeit nach Oſten hingezogen, und es entſteht folglich ein Weſtwind.

Indeſſen ſind dieſe Wirkungen in Ländern nahe bey den Wendekreiſen bey weitem merklicher, als in unſerm Himmelsſtriche. Denn wenn ſich die Sonne dem Wendekreiſe des Krebſes nähert, ſo wird der Boden in Perſien, Bengalen, China und den angränzenden Ländern in einem ſolchen Grade heiſſer, als die See, welche dieſen Ländern ſüdlich gelegen iſt, daß die Ströhmung des allgemeinen Paſſatwindes unterbrochen, und dieſer genöthigt wird, während der gedachten Jahreszeit von Süden nach Norden zu wehen, alſo eine Richtung anzunehmen, welche der-

jenigen entgegengeſetzt iſt, wonach er wehen würde, wenn kein Land ſich daſelbſt befände. Da aber die hohen Berge in Afrika das ganze Jahr hindurch auſſerordentlich kalt ſind, ſo werden die niedrigen Länder Indiens, welche Afrika öſtlich liegen, im Sommer heiſſer, als der letztere Welttheil, und die Luft wird natürlicher Weiſe von Afrika weg nach Oſten hingezogen. Aus derſelben Urſache folgt, daß der Paſſatwind in dem indiſchen Ocean vom April an bis zum October in einer nordöſtlichen Richtung weht, welche der Richtung des allgemeinen Paſſatwindes in dem offenen Weltmeere bey einerley Breite entgegen iſt. Wenn aber die Sonne ſich nach dem Wendkreiſe des Steinbocks hinbegiebt, werden jene nördlichen Theile kälter und der allgemeine Paſſatwind nimmt ſeine natürliche Richtung an.

Nachdem ich die am leichteſten in die Augen fallenden Urſachen der periodiſchen Monſons in den indiſchen Meeren angegeben habe, iſt es nothwendig zu erinnern, daß ſüdwärts vom Aequator kein Monſon Statt findet, wenn man denjenigen Theil des Weltmeers, welcher an Neuholland gränzt, ausnimmt. Daſelbſt treffen eben die Urſachen zuſammen, einen Monſon zu erzeugen, welche bey dem nördlichen Wendekreiſe Statt finden, und es ereignen ſich daher auch ähnliche Erſcheinungen. Vom October bis zum April ſpringt der Monſon von Nordweſt nach Südeſt um, und bekommt ſo eine dem allgemeinen Laufe des Paſſatwindes auf der andern Seite der Linie entgegengeſetzte Richtung; und auch hier nimmt der allgemeine Paſſatwind während der übrigen Monate, aus welchen der Winter in jenen Gegenden beſteht, ſeine gewöhnliche Richtung wieder an. Es wird nicht unzweckmäſig ſeyn, dieſe Nachricht von den tropiſchen Winden mit der Aufzählung einiger von den Hauptabweichungen der Monſons zu beſchließen.

Zwiſchen den Monaten April und October weht der Wind beſtändig von Weſtſüdweſt in dem ganzen Theile des indiſchen Oceans, welcher zwiſchen Madagaſkar und dem

Vergebürge Comorin liegt, und in der entgegengeſetzten Richtung vom October bis zum April mit einigen kleinen Abweichungen an verſchiedenen Stellen. In der Bay von Bengalen ſind dieſe Winde weder ſo ſtark, noch ſo beſtändig, wie in dem indiſchen Oceane. Auch iſt zu bemerken, daß die Südweſtwinde in jenen Seen an der afrikaniſchen Seite mehr ſüdlich, und an der indiſchen Seite mehr weſtlich ſind. Aber dieſe Abänderungen ſind nicht ſo bedeutend, daß man ſie für Widerſprüche gegen die allgemeine Theorie gelten laſſen könnte. Die Urſache dieſer Abweichung beruht obgedachtermaſſen darauf, daß die gebürgigen Gegenden von Afrika kälter ſind, als die ebenern Länder Arabiens und Indiens. Folglich weht natürlicher Weiſe den Sommer über der Wind von jenen kalten Bergen nach den wärmern Ländern Aſiens, wodurch der Wind genöthigt wird, während der Sommermonate eine öſtliche Richtung anzunehmen. Weil die Halbinſel Indiens ſo viel weiter nach Süden zu liegt, als Arabien und Perſien, ſo trägt ſie zu dieſer Wirkung ſehr viel bey. Denn der Wind zieht ſich natürlich nach jenen Ländern hin, und erzeugt die öſtliche Abweichung des Monſons, welche in dieſem Theile des Weltmeers Statt findet, indeß die ſandigen Wüſten Arabiens die Winde mehr gerade nach Norden in der Nähe der afrikaniſchen Küſte hinziehen. Eine ähnliche Schlußfolge dient jede andre Abweichung zu erklären, welche man nur immer in Reiſebeſchreibungen und ſo weiter finden wird.

Die veränderlichen Winde, welche in jenen Himmelsſtrichen Statt finden, beruhen auf verſchiedenen Urſachen. Ich für meine Perſon möchte ſie mit Briſſon hauptſächlich von der Elektricität herleiten. Man muß ſich erinnern, daß ein jeder Umſtand, welcher das Gleichgewicht der Luft aufhebt, mit andern Worten, eine jede Urſache, welche eine plötzliche Verdünnung in irgend einem Theile der Atmoſphäre erzeugt, einen Luftſtrohm nach dem Theile zu veranlaßt, wo ſich die Verdünnung ereignet. Folglich

entſtehen Winde nicht blos dadurch, daß ein beſonderer Theil der Erde erhitzt wird, ſondern auch durch Donnerwetter und andre elektriſche Erſcheinungen. Die Sonnenſtrahlen werden auch zuweilen in beſondern Gegenden durch Wolken oder Nebel aufgefangen, und ein Theil der Erde, oder auch nur eines einzelnen Landes, wird folglich weniger erwärmt, als ein andrer. In dieſem Falle erzeugt ſich immer ein Luftſtrohm von der kältern Gegend nach der wärmern. Ueber dieſes verurſachen Regen und andre Umſtände mehr gelegentliche Veränderungen in der Temperatur; und ſo oft ſich dergleichen in einem Lande ereignen, müſſen ſie immer mit Wind vergeſellſchaftet ſeyn.

Der große Baco war der erſte, welcher eine Theorie des Windes zu geben verſuchte, und es iſt zu bedauren, daß ſein Plan von ſpätern Naturforſchern nicht verfolgt worden iſt. Folgendes iſt ein Abriß ſeiner allgemeinen Grundſätze, nebſt einigen wenigen Zuſätzen neuerer Beobachter.

„Auf der See ſind die Winde regelmäſiger, als auf „dem feſten Lande. Denn daſelbſt hindert nichts ihren „Fortgang und nichts verändert den Einfluß der Sonne.“

„Die Luft auf der See iſt gleichförmiger ſowohl, als „beſtändiger. Auf dem feſten Lande weht ſie ſtoßweiſe und „mit Heftigkeit. Aber auf der See iſt der Luftſtrohm ſtark, „ſtätig und ſich gleichbleibend.“

„Ueberhaupt ſind auf der See dieſſeits des Aequators „die Oſt- und Nordwinde am heftigſten und gewaltſam„ſten. Im Gegentheile ſind auf dem feſten Lande die Weſt- „und Südwinde am meiſten geneigt, Orkane und Stür„me hervorzubringen.“

„Man ſieht oftmals, daß ſich die Luft in zwey entge„gengeſetzten Strömen bewegt. Dies iſt faſt immer von „Donnerwettern der Fall. Man ſieht alsdann die Wol„ken nach einer gewiſſen Richtung hinziehen, da hingegen „die Windfahne nach einer andern hinweißt.“

„Die Winde ſind in gewiſſen Höhen heftiger, als auf „der Ebene und je höher wir auf hohen Bergen ſteigen, „deſto größer iſt die Stärke des Windes, bis wir die ge„wöhnliche Höhe, zu welcher ſich die Wolken erheben, über„ſtiegen haben. Weiter oben iſt die Luft gewöhnlich hei„ter und klar. Die Urſache davon iſt, daß der Wind auf „der Oberfläche der Erde beſtändig durch Hügel und Er„höhungen unterbrochen wird. Folglich befindet man ſich „auf der Ebene zwiſchen zwey dergleichen Erhöhungen vor „dem Winde in einer Art von Schutz. Wenn hingegen „kleinere Hügel durch ihre Dazwiſchenkunft dem Laufe des „Windes kein Hinderniß in den Weg ſtellen, ſo wird als„dann der Wind um deſto heftiger, je weniger der Luft„ſtrohm unterbrochen wird. Auf den Gipfeln der höhern „Berge wird zwar der Wind am allerwenigſten unterbro„chen. Er weht aber daſelbſt doch nicht mit Heftigkeit. „Denn die Dichte der Luft iſt durch die Höhe ſo ſehr ver„mindert, daß die Kraft des Windes kaum bemerkt wer„den kann, und der Sturm mitten darunter Statt findet. „Was man gewöhnlich einen ſtarken Wind nennt, bewegt „ſich im Durchſchnitt gegen fünf und dreyßig Meilen in ei„ner Stunde.“

„Ein Luftſtrohm wird an Stärke immer in dem Verhält„niſſe zunehmen, in welchem der Weg, wodurch er läuft, ab„nimmt. Das Geſetz dieſer Vermehrung beſteht darin, daß die „Stärke der Luft aus ihrer Schnelligkeit und Dichte zuſam„mengeſetzt iſt und ſo wie dieſe letztern Eigenſchaften zu„nehmen, ſo muß auch die Stärke des Windes wachſen. „Wenn ſich irgend eine Menge von Winde mit der doppel„ten Geſchwindigkeit einer gleich großen Menge bewegt, „ſo beſitzt ſie noch einmal ſoviel Stärke: wenn ſie aber zu „derſelben Zeit, da ſie zwey Mal ſo ſchnell iſt, ſich durch ei„ne zwey Mal kleinere Röhre bewegt, und die Seiten des „Kanals ihrer Bewegung einen Widerſtand leiſten, ſo be„ſitzt ſie eine vier Mal ſtärkere Kraft. Inzwiſchen iſt dies „nicht gänzlich der Fall. Denn die Seiten der Röhre lei-

„ſten einen Widerſtand, und verzögern die Bewegung der „Luft in einem gewiſſen, nicht leicht zu berechnenden Ver„hältniſſe. Da die Dichte des Windes zunimmt, wenn er „durch enge Oeffnungen bläst, ſo begreifen wir, warum „die Stürme, welche zuweilen zwiſchen zwey benachbarte „Erhöhungen blaſen, ſogar ſehr heftig ſind. Eben daher „kommt es, daß der Wind, wenn er ſich in langen, an dem „einen Ende offenen Bogengängen fängt, längſt denſelben „mit großer Heftigkeit weht. Dieſe vermehrte Dichte des „Windes iſt ferner Urſache, warum wir an den Straßen„Ecken ſo kalte Windſtöße empfinden. Mit einem Worte, „alles, was den Umfang des Windes vermindert, ohne „ſeine Bewegung zu ſchwächen, vermehrt die Heftigkeit des „Windſtrohms Dies iſt auch die Urſache, warum die von „der Seite eines Bogens zurückgeworfene Luft oftmals hef„tiger iſt, als diejenige, welche auf die Seite zuerſt ſties. „Denn ſie wird auf dieſe Weiſe verdichtet, und erhält ei„nen Wachsthum an Stärke. Die Landleute machen hier „einen Unterſchied, welcher nicht ohne Grund iſt. Sie un„terſcheiden zwiſchen einem ſchnellen und einem ſchweren „Sturme. Der ſchnelle Sturm iſt laut, brauſend und un„ſchädlich: der ſchwere hingegen brauſender und ſchädli„cher. Dies beweißt die Unzulänglichkeit der Inſtrumen„te, mit welchen man die Winde mißt. Denn dieſe die„nen blos dazu, die Schnelligkeit ihrer Bewegung zu meſ„ſen *).“

Es würde ſowohl für die Wiſſenſchaft insbeſondere, als überhaupt für das menſchliche Geſchlecht ein glücklicher Umſtand ſeyn, wenn ſich dieſe Unterſuchungen hätten weiter treiben laſſen. Die Vorherſagung der Verfinſterung eines himmliſchen Körpers iſt, wie ſich ein neuerer Schriftſteller darüber ausdrückt, blos ein Gegenſtand der Neugierde; aber die Vorherſagung eines ſich nahenden Sturmes würde von unbeſchreiblichem Nutzen ſeyn. Was jedoch in Beziehung auf unſer Klima noch nicht bewerkſtelligt worden iſt, hat man

*) Man ſ. *Goldsmith's* Philoſophy, Vol. II. p. 143.

in Rückſicht jener fürchterlichen Stürme verſucht, welche ſich in Weſtindien ereignen, und gewöhnlich **Orkane** genannt werden.

Doktor **Perkins** nimmt an, daß dieſe ſchrecklichen Erſchütterungen der Natur alsdann entſtehen, wenn der gewöhnliche und natürliche Lauf der Paſſatwinde um den Aequator herum durch irgend eine Urſache gehemmt wird. Der Grund, welchen er für dieſe Muthmaſſung angiebt, iſt die ungewöhnlich große Windſtille, welche vor denſelben vorherzugehen pflegt. In dem natürlichen Laufe der Paſſatwinde erhebt ſich der Wind in der Linie, geht von da nach den Polen zu und nimmt in den höhern Breiten die Richtung der weſtlichen Paſſatwinde an, ſo daß, wenn ſie den ganzen Erdgürtel hindurch weiter aufzuſteigen gehindert werden könnten, in jenen Breiten nicht mehr Weſtwinde, als in allen andern ſeyn würden. Allein ſehr heftige Regen und ſehr ſtarke Kälte hindert die Luft aus dieſem Kreiſe aufzuſteigen und trägt eher dazu bey, ſie nieder zu drücken. Große Wolken und Dünſte erzeugen Kälte und Feuchtigkeiten, während daß der Regen die Luft niederdrückt, und ſo wie dadurch die Luft gehindert wird, aus der Linie aufzuſteigen, ſo wird auch ihre gewöhnliche Bewegung von den Wendekreiſen auf beyden Seiten gehemmt. Daher die Windſtille, welche vor Orkanen gewöhnlich vorhergeht. Die Windſtillen jener tropiſchen Regionen entſtehen nehmlich durch das Aufſteigen der Luft in die höhern Gegenden der Atmoſphäre, anſtatt daß dieſelbe in der Nähe des Aequators bleiben ſollte. Die Anhäufung der Luft in den höhern Gegenden wird dann durch die daſelbſt befindliche Kälte ſchwerer und muß ſich in die lockerere Gegend herabſenken. Folglich dauren jene heftigen Windſtöße ſo lange fort, bis die obern Regionen gänzlich entladen ſind.

In **Beckford's** Geſchichte von Jamaika befindet ſich eine ſehr umſtändliche und merkwürdige Nachricht von dem fürchterlichen Orkane, welcher die weſtindiſchen Inſeln in

dem Jahre 1780 verheerte. Sie iſt aber zu lang, als daß ich ſie ganz einſchalten könnte, und abgekürzt würde die Beſchreibung ihre Stärke verliehren.

„Während der Regenzeit, ſagt Adams *), beſonders „im Monate Auguſt, entſtehen in Weſtindien die Orkane, „welche mit einem Male die Arbeiten vieler Jahre zerſtöh„ren, und die ſchönſten Hoffnungen des Pflanzers oftmals „zu einer Zeit vernichten, wenn er ſie gegen Unglücksfälle „ganz geſichert hält. Es iſt dies ein heftiger und plötzli„cher Sturm mit Regen, Donner und Blitz, mit fürch„terlichem Anſchwellen der See, und zuweilen mit Erdbe„ben verbunden, mit einem Worte, alle ſchrecklichen und „zerſtöhrenden Wirkungen der Elemente wirken zuſammen. „Zuerſt bemerkt man als einen Vorläufer des Orkans, „daß ganze Felder von Zuckerrohr durch einen Wirbelwind „in die Luft geriſſen und über die Oberfläche des Erdbo„dens zerſtreut werden. Die ſtärkſten Bäume des Waldes „werden mit der Wurzel ausgeriſſen und wie Stoppeln um„her getrieben; die Windmühlen in einem Augenblicke fort„geführt; die viele Centner ſchweren Werkzeuge zur Gewin„nung des Zuckers von dem Boden aufgehoben und in „Stücken zerbrochen; die Häuſer beſchädiget; die Dächer „mit einem Windſtoße abgedeckt; indeß der Regen, welcher „in einer Stunde fünf Fuß hoch ſteigt, mit unwiderſtehli„Gewalt einſtröhmt.“

„Es giebt verſchiedene Zeichen, vermittelſt welcher die „Indianer dieſer Inſeln unſere Pflanzer gelehrt haben, die „Annäherung eines Orkans voraus zu ſagen. Der Or„kan entſteht entweder bey den Mondsvierteln oder beym „Neumonde. Im letztern Falle iſt bey dem vorhergegan„genen Mondswechſel der Himmel bewölkt und die Sonne „röther, als gewöhnlich; es findet ferner eine gänzliche „Windſtille Statt, und die Berggipfel ſind von jenen Ne„beln frey, in welche ſie gewöhnlich eingehüllt ſind. In

*) Man ſ. deſſen Lectures Vol. IV. p. 540.

„den Höhlen der Erde und in Brunnen hört man einen hoh„len rauſchenden Schall, wie das Brauſen eines ſtarken „Windes. Zur Nachtzeit ſcheinen die Sterne viel größer, „als gewöhnlich, und mit einer Art von Hof umgeben; „nach Nordweſten zu hat die Luft ein ſchwarzes und dro„hendes Anſehen; die See giebt einen ſtarken Geruch von „ſich, und erhebt ſich in große Wellen, oftmals ohne daß „ein Wind bläst. Der Wind ſelbſt verliehrt nunmehr ſei„ne gewöhnliche und beſtändige öſtliche Richtung, und ſetzt „nach Weſten um, woher er zuweilen mit Unterbrechun„gen heftig und unregelmäſig, ungefehr zwey Stunden je„des Mal, weht. Dieſelben Zeichen finden bey dem Voll„monde Statt; der Mond ſelbſt iſt mit einem großen Ho„fe umgeben, und zuweilen hat die Sonne daſſelbe Anſe„hen.“

Der Harmattan iſt ein ſehr ſonderbarer Wind, welcher periodiſch aus den innern Theilen Afrikas nach dem atlantiſchen Oceane hinweht. Die Jahreszeit, in welcher er herrſcht, befaßt die Monate December, Januar und Februar. Er entſteht ohne Unterſchied zu jeder Stunde des Tages, zu jeder Zeit der Fluth, und in jeder Periode des Mondlaufes, und dauert zuweilen nur einen oder zwey Tage zuweilen fünf bis ſechs, ja man hat ihn ſogar funfzehn bis ſechszehn Tage hinter einander wehen geſehen. Meiſtens kommt er in jeder Jahreszeit drey bis vier Mal wieder. Er weht mit einer mäſigen Stärke, aber nicht ganz ſo heftig als die Seeluft.

Ein Nebel iſt eine von den Sonderbarkeiten, welche den Harmattan immer begleiten. Die engliſchen, franzöſiſchen und portugieſiſchen Forts zu Whydah ſind nicht ganz eine Viertelmeile von einander entfernt, und dennoch kann man oftmals aus dem einen ſchlechterdings nicht das andre gewahr werden. Die Sonne iſt den gröſten Theil des Tages über verborgen, und kommt nur einige wenige Stunden um Mittag zum Vorſchein. Sie hat dann eine ſanfte

rothe Farbe, welche in dem Auge keine ſchmerzhafte Empfindung erregt. Die Theilchen, aus welchen dieſer Nebel beſteht, lagern ſich auf die Blätter der Bäume, auf die Haut der Neger und ſo weiter ab, und theilen denſelben ein weißliches Anſehen mit.

Ein auſſerordentlicher Grad von Trockenheit iſt eine zweyte beſondere Eigenſchaft dieſes Windes. So lange derſelbe weht, fällt kein Thau. Die Pflanzen verwelken, und das Gras wird ſo trocken wie Heu Die Eingebohrnen benutzen dieſe Gelegenheit, den Erdboden ihres Landes zu reinigen, indem ſie die Bäume und Pflanzen in dieſem trocknen und erſchöpften Zuſtande anzünden. Die Trockenheit iſt ſo auſſerordentlich, daß die Einbände der Bücher, wenn ſie auch in einem Schranke genau verſchloſſen ſind, ſich dennoch eben ſo beugen, als wenn ſie dem Feuer ausgeſetzt geweſen wären. Mobilien leiden dadurch großen Schaden; das Getäfel an den Wänden reißt von einander, und Fournirungen ſpringen in Stücken. Die Fugen ausgetrockneter und genau zuſammgepaßter Bretter öffnen ſich ſo weit, daß man einen Finger dazwiſchen legen kann, gehen aber ſo genau als vorher wieder zuſammen, wenn der Harmattan zu wehen aufgehört hat. Der menſchliche Körper entgeht den trocknenden Wirkungen dieſes Windes nicht; die Augen, die Naſenlöcher, die Lippen und der Gaumen werden trocken und ſchmerzhaft; die Lippen und die Naſe wird wund, und obgleich die Luft kalt iſt, ſo empfindet man doch ein unangenehmes Gefühl von ſtechender Hitze auf der Haut. Wenn der Harmattan vier bis fünf Tage anhält, ſo ſchält ſich das Oberhäutchen ab, zuerſt an den Händen und dem Geſichte und hernachmals auch an dem übrigen Körper.

Obgleich dieſer Wind für das Wachſen der Pflanzen ſo nachtheilig iſt, und auf den menſchlichen Körper ſelbſt ſo beſchwerliche Wirkungen äuſſert, ſo iſt er deſſen ungeachtet der Geſundheit höchſt zuträglich. Er hemmt die weitere

Ausbreitung epidemiſcher Krankheiten und erleichtert die Patienten, welche an Flüſſen und Wechſelfiebern krank liegen. Anſteckende Krankheiten laſſen ſich zu dieſer Zeit nicht leicht, ſelbſt nicht durch Einimpfen, fortpflanzen. Auch für die Heilung von Geſchwären und Hautkrankheiten leiſtet er gute Dienſte *)

Der Sirocco, welchen die Italiäner ſo nennen, weil er von Syrien her wehen ſoll, ſo wie er in dem ſüdlichen Frankreich der levantiſche Wind heißt, kommt in einigen ſeiner Wirkungen mit dem Harmattan überein, unterſcheidet ſich aber von demſelben darin, daß er äuſſerſt ungeſund iſt. Zuweilen weht er mehrere Tage hinter einander zum großen Nachtheile der vegetabiliſchen und thieriſchen Schöpfung. Die mittlere Wärme deſſelben berechnet man auf : 12°. Er iſt für die Pflanzen tödtlich, und für die Menſchen, beſonders für Fremde von den ſchlimmſten Folgen Er drückt den Geiſt ungemein nieder, und ſtöhrt die Verdauungskräfte dermaſſen, daß man diejenigen, welche es während dieſes Windes wegen, Abends viel zu eſſen, den Morgen darauf gewöhnlich in ihren Betten todt findet. Man pflegt dann gemeiniglich zu ſagen, ſie ſeyen an einer Unverdaulichkeit geſtorben. Während dieſer ſchlimmen Periode unterliegen die Kranken meiſtens der Laſt ihrer Krankheit; und wenn dieſer Wind eine ganze Nacht hindurch geweht hat, ſo pflegt man ſich am nächſten Morgen zu erkundigen, wer die Nacht über geſtorben ſey **).

*) Man ſehe Doſons Nachrichten von demſelben in den Philoſoph. Transact. Vol. LXXI, P. I.

**) „Das gröſte Uebel, welches beym Reiſen durch dieſe Länder „zu befürchten iſt, beſteht vielleicht in dem Sirocco oder Süd„winde, welcher, wie man glaubt, aus den brennenden Sand„wüſten Afrika's herweht, und zuweilen gefährliche Folgen für „diejenigen hat, welche ſich ſeiner Wuth ausſetzen. So lan„ge dieſer Wind anhält, ſcheint die ganze Natur zu ſchmach„ten. Die Pflanzen welken und ſterben ab; die Thiere auf dem „Felde werden ſchwach und die Lebenskraft wird in einem zu-

„Einen auſſerordentlichen heiſſen Wind fühlt man von „Zeit zu Zeit auf den Falklandsinſeln. Glücklicherweiſe iſt „ſeine Dauer von kurzer Zeit. Denn ſelten hält er über „vier und zwanzig Stunden an. Er vernichtet die Pflan„zen, als ob man Feuer unter ihnen angemacht hätte; die „Blätter verdorren und zerfallen in Staub. Die Vögel „werden mit Krämpfen befallen und erhohlen ſich niemals „wieder. Das Odemhohlen wird erſchwert; in der Bruſt „fühlt man Beklemmung, und es erzeugt ſich eine Bräune; „bey gehöriger Behandlung aber erfolgt die Geneſung.“

„hohen Grade erſchöpft, als daß ſie die geringſte körperliche „Anſtrengung verſtattete; endlich ſcheint die Elaſticität der „Luft ganz und gar vernichtet. Die Hitze übersteigt das heiſ„ſeſte Wetter in Spanien und Maltha, und wird mit beſon„derer Heftigkeit zu Palermo und in der Nähe dieſer Stadt „gefühlt.“

„Das von dem Siroccowinde erzeugte Gefühl iſt ſehr auffallend „und wunderbar. In einem Augenblicke wird die Luft bis zu „einem auſſerordentlichen Grade erhitzt, und die ganze Atmoſ„phäre ſcheint gleichſam entzündet zu ſeyn. Die Poren des „Körpers ſcheinen mit einem Male geöffnet, und alle Fibern „erſchlafft. So lange der Wind anhält, ſchließen die Einwoh„ner von Palermo ihre Thüren und Fenſter zu, um der Luft „keinen Zugang zu geſtatten. Da, wo es keine Fenſterladen „giebt, hängt man naſſe Tücher an die innere Seite des Fen„ſters, und die Bedienten müſſen immer das Zimmer mit „Waſſer beſprengen. Man wird, ſo lange dieſer fürchterliche „Wind zu wehen fortfährt, keinen Menſchen gewahr, der nicht „ſchlechterdings auszugehen genöthigt iſt, und die Straßen und „Zugänge der Stadt ſind, wie ausgeſtorben.“

„Meiſtens hält der Siroccowind in Sicilien eine ſo kurze Zeit „an, daß er nur ſelten die ſchlimmen Wirkungen hervorbringt, „welche die Folgen der Dauer ſeiner brennenden Hitze in ver„ſchiedenen Theilen Italiens zu ſeyn pflegen, obgleich ſeine „Heftigkeit in jenen Ländern bey weitem nicht ſo groß, als auf „dieſer Inſel iſt. Hier dauert er nur ſelten länger, als ſechs „und dreyßig bis vierzig Stunden, und dieſe Zeit iſt nicht groß

„Allein alle andere Winde übertrifft in fürchterlichen „Wirkungen, der ſogenannte Samiel oder tödtende „Wind, welcher in den Wüſten um Bagdad weht. Die Ka- „meele merken entweder durch einen beſondern Inſtinkt, oder „durch Erfahrung ſeine Annäherung voraus, und fürchten „ſich ſo ſehr vor ihm, daß ſie, wie man erzählt, ein unge- „wöhnliches Geräuſch machen, und ihre Naſe in den Sand „ſtecken. Um den tödtlichen Wirkungen deſſelben zu entge- „hen, werfen ſich Reiſende ſo dicht als möglich auf den Erd- „boden nieder, und warten ſo lange, bis der Wind vorüber- „gegangen iſt, was in wenigen Minuten zu geſchehen pflegt. „Sobald als diejenigen, welche noch leben, wieder aufzu- „ſtehen wagen, unterſuchen ſie, wie es mit ihren Reiſege- „fährten ſteht, indem ſie an ihren Schenkeln oder Armen „ziehen. Denn wenn ſie durch dieſen Wind getödtet wor-

„genug, um den Boden, oder die Mauern der Häuſer in einem „ſehr hohen Grade und fortdaurend zu erhitzen. Gewöhnlich „folgt darauf der Tramontan- oder Nordwind, welcher in ei- „ner kurzen Zeit die erſchöpften Kräfte des Thier- und Pflan- „zenlebens wieder herſtellt, ſo daß die Natur ihr voriges Anſe- „hen bald wieder erhält. Man hat häufig verſucht, die Ur- „ſache des Siroccowindes zu erklären; aber die verſchiedenen „Hypotheſen verdienen vielleicht mehr wegen des darauf ver- „wandten Scharfſinns, als weil ſie befriedigend ſind, unſre „Bewunderung. Die größere Heftigkeit dieſes brennenden „Windes zu Palermo läßt ſich wahrſcheinlich aus der Lage die- „ſer Stadt erklären, welche faſt überall mit hohen Bergen um- „geben iſt, deren Abhänge und Thäler den Sommer über durch „die Sonnenhitze ausgedorrt, und beynahe verbrennt werden. „Die zahlloſen Quellen von warmem Waſſer müſſen gleichfalls „die Hitze der Luft noch mehr vermehren, und die Gewohnheit, „auf den benachbarten Bergen während der heiſſen Jahreszeit „Reißholz und Halde, zu verbrennen, muß ohne Zweifel dazu „beytragen, die Hitze des Windes, indem er über Sicilien hin- „weht, zu verſtärken, ob er gleich vorher durch ſeinen Gang „über das Meer zwiſchen Sicilien und Maltha zum Theil ab- „gekühlt worden iſt.“ Preſent State of Sicily and Maltha p. 189.

„den ſind, ſo ſind ihre Glieder gänzlich in den Brand über-
„gegangen, und laſſen ſich leicht abreiſſen. Man ſagt von
„dieſem Winde, wenn er während ſeines Laufes mit einem
„Regenſchauer zuſammentreffe, und durch denſelben hin-
„durch wehe, ſo verliehre er auf einmal ſeine ſchädliche Ei-
„genſchaft, und werde mild und unſchuldig. Man verſichert
„gleichfalls, daß man ihn über die Mauer einer Stadt
„habe gehen geſehen *).“

Dieſe Nachricht von dem Samiel iſt aus Ives Land-
reiſen nach Oſtindien ausgezogen. Ob dieſer Wind völlig
einerley mit jenem iſt, welchen Bruce unter dem Nah-
men Simoom (Samum) beſchrieben hat, kann ich nicht ge-
wiß beſtimmen. Die Thatſachen in beyden Nachrichten
ſtimmen ſehr genau mit einander überein; auch weichen das
Klima und die Lage, wo dieſe Winde vorkommen, nicht we-
ſentlich von einander ab.

In derſelben Wüſte beobachtete Bruce das erſtau-
nenswürdige Phänomen beweglicher Sandſäulen**). Wahr-
ſcheinlich ſind dieſe die Wirkungen mehrerer Wirbelwinde
in jenen heiſſen Ländern. Da die Beſchreibung dieſer Pfei-
ler gewiſſermaſſen mit der Beſchreibung des Simoom zu-
ſammenhängt, ſo will ich die ganze Stelle ausziehen.

Indem Bruce die beſondern Umſtände ſeiner Reiſe
durch einen gewiſſen Theil der afrikaniſchen Sandwüſten er-
zählt, meldet er folgendes. „Mit einem Male wurden
wir hier durch eine Erſcheinung, welche gewiß unter die

*) Man ſ. *Adams* Lectures Vol. IV. p. 541.

**) „Jo where our wide Numidian waſtes extend,
„Sudden th' impetuous hurricanes deſcend,
„Wheel through the air, in circling eddies play,
„Tear up the ſands, and ſweep whole plains away;
„Th' affri'gted traveller, with wild ſurpriſe,
„Sees the dry deſert all around him riſe,
„And, ſmother'd in the duſty whirlwind, dies.“

Addiſon's Cato.

„prächtigſten Phänomene der Welt gehört, in Erſtaunen und „Schrecken geſetzt. In der weiten Fläche der Sandwüſte „weſtlich und nordweſtlich von uns erblickten wir eine Anzahl „ungeheuerer Sandſäulen in verſchiedenen Entfernungen, „welche ſich bald mit großer Schnelligkeit bewegten, bald „wiederum mit majeſtätiſcher Langſamkeit dahin gingen. „Von Zeit zu Zeit glaubten wir, ſie würden in ſehr weni„gen Minuten heran kommen und uns überſchütten; und „kleine Mengen von Sand erreichten uns wirklich mehr „als einmal. Bald entfernten ſie ſich wiederum ſo weit, „daß wir ſie faſt ganz aus dem Geſichte verlohren, indem „ihre Gipfel zugleich ihre Wolken erreichten. Dann gin„gen oftmals die Gipfel von den mittlern Theilen los; und „waren dieſelben einmal getrennt, ſo zerſtreuten ſie ſich in „der Luft und kamen nicht wieder zum Vorſchein. Zu„weilen zerriſſen ſie in der Mitte, als ob ſie mit einer großen „Kanonenkugel getroffen worden wären. Um Mittag fingen „ſie an, ſich uns mit beträchtlicher Geſchwindigkeit zu näh„ern, indem ein ſehr ſtarker Nordwind wehete. Eilf von „ihnen ſtellten ſich in einer Entfernung von drey Meilen „längs hin. Der größte Durchmeſſer der anſehnlichſten „ſchien mir in dieſer Entfernung zehen Fuß zu meſſen. Sie „entfernten ſich hierauf wieder von uns mit einem Südoſt„winde. Den Eindruck, welchen ich von dieſer Naturer„ſcheinung empfand, weiß ich nicht zu benennen, obgleich „gewiß dabey Furcht mit im Spiele war, wozu aber noch „ein großer Theil von Bewunderung und Erſtaunen mit „kam. Es war umſonſt hier an die Flucht zu denken. „Den das ſchnelleſte Pferd, oder das am beſten ſeegelnde „Schiff hätte uns aus einer ſolchen Gefahr nicht retten kön„nen, und die volle Ueberzeugung davon hielt mich an dem „Orte, wo ich ſtand, unbeweglich zurück, ſo daß die Kameele „vor mir einen ſolchen Vorſprung gewannen, daß es mir „einige Mühe koſtete, ſie wieder einzuhohlen.“

Dieſelben Phänomene zeigten ſich nach Verlauf einiger Tage von neuem.

„Eben dieſe Erſcheinung beweglicher Sandpfeiler hat„ten wir heute. An Bildung und Lage glichen ſie denjeni„gen, welche wir zu Waadi Halboub geſehen hatten; nur „ſchienen ſie zahlreicher und nicht ſo groß zu ſeyn. Ver„ſchiedene Male kamen ſie nahe, daß heißt, meines Er„achtens näher als zwey Meilen auf uns zu. Sie zeigten „ſich unmittelbar nach Sonnenaufgang, wie ein dichter „Wald, und verfinſterten beynahe die Sonne. Indem die „Sonnenſtrahlen beynahe eine Stunde durch ſie hindurch „fielen, ſahen ſie wie Feuerſäulen aus. Unſre Leute ge„riethen nun in Verzweiflung: die Griechen erhoben ein „Geſchrey, und ſagten, dieß ſey der Tag des Gerichtes. „Ismael behauptete, es ſey die Hölle, und die Tucoro„ries, die Welt ſtehe in Feuer. Ich fragte Idris, ob er „jemals vorher eine ſolche Erſcheinung geſehen habe. Er „antwortete mir, er habe ſie oftmals eben ſo fürchterlich, „aber niemals ſchlimmer beobachtet; was er aber am mei„ſten fürchte, ſey die außerordentliche Röthe der Luft, wel„che die Annäherung des Simoom unfehlbar vorher ver„kündige. Ich bat ihn auf das inſtändigſte, er möchte „hiervon unſern Leuten ja kein Wort ſagen, denn ſie hat„ten den Simoom bereits zu Imhanſara, auf dem Wege von „Ras el Feel nach Keawa, und wiederum bey der Acaba „von Gerri, ehe wir nach Chendi kamen, empfunden, und „ſie waren bereits ſehr beſtürzt, weil ſie ihn auch hier an„zutreffen fürchteten.“

„Halb vier Uhr Nachmittags verließen wir Waadi „del Aned, und nahmen unſre Richtung ein wenig mehr „weſtlich, als die Richtung von Syene iſt. Die Sand„ſäulen, welche geſtern verſchwunden waren, kamen die„ſen ganzen Tag über kaum zum Vorſchein, und zeigten „ſich in einer großen Entfernung vom Horizonte. Jedoch „war dieſer Troſt nur von kurzer Dauer. Ich bemerkte, „daß Idris keinen Theil an der Freude der andern nahm, „ſondern er warnte mich und die Leute blos, wir ſollten, ſo„bald der Simoom kommen würde, auf das Geſicht nieder

„fallen,

„fallen, den Mund ſo feſt, als möglich an die Erde drü„cken und die äußere Luft nicht einathmen, ſo lange wir „es nur immer aushalten konnten. Um ſechs Uhr ſtiegen „wir bey einem kleinen Felſen in dem Sandboden ab, wo „wir weder Bäume noch Kräuter fanden, ſo daß unſre Ka„meele die ganze Nacht über faſten muſten. Dieſer Ort „heißt Ras el Sheah oder bey den Biſhareen el Maut, „welches Tod bedeutet; ein Nahme von ſchlimmer Vor„bedeutung.“

„Den ſechszehnten halb zehn Uhr Vormittags verlie„ßen wir el Maut, und reiſeten in gerader Richtung auf „Syene. Unſre Leute waren, wenn auch nicht heiter, „dennoch beſſer geſtimmt, als ich ſie geſehen hatte, ſeitdem „wir von Goez abgereiſet waren. Einer unſrer Barba„rinen fing ſogar zu ſingen an; aber Hagi Jsmael tadelte „ihn ſehr ernſtlich und ſagte ihm, in einer ſolchen Lage „ſingen, ſey ſoviel als die Vorſehung verſuchen. In der „That iſt nichts mehr verſchieden, als thätiger und leiden„der Muth. Hagi Jsmael war in Gefechten ein tapferer „Mann; er hatte aber nicht Stärke des Geiſtes genug, um „Unfälle ſtandhaft zuertragen. Um eilf Uhr, als wir mit „großem Vergnügen, den rauhen Gipfel am Chiggre be„trachteten, wohin wir uns ſtark näherten, und wo wir uns „mit friſchem Waſſer reichlich erquicken wollten, ſchrie Id„ris mit lauter Stimme; fallt auf euer Geſicht nieder, „denn hier iſt der Simoom. Ich ſah von Südoſt her ei„nen Nebel kommen, welcher an Farbe dem purpurnen „Theile des Regenbogens glich, aber nicht ſo ſtark zuſam„men gedrückt, oder dick war. Er nahm in der Breite „noch nicht zwanzig Yards ein, und ſtand ungefähr zwölf „Fuß hoch über dem Boden. In der Luft zeigte ſich eine „Art von Röthe, und der Nebel bewegte ſich ſehr ſchnell. „Denn ich konnte mich kaum umdrehen, um mit dem Kop„fe vorwärts auf den Boden zu fallen, als ich ſchon die „Hitze des Stroms deutlich im Geſichte fühlte. Wir lagen „alle wie todt flach auf der Erde, bis uns Idris ſagte, der „Simoom ſey vorüber. Das Meteor oder der purpurfar-

„bene Nebel, welchen ich bemerkt hatte, war zwar vor-
„über, aber die helle Luft, welche immer noch in Bewe-
„gung war, hatte eine ſolche Hitze, daß ſie uns mit Er-
„ſticken drohte. Ich für meinen Theil empfand in meiner
„Bruſt ganz deutlich, daß ich etwas von dem giftigen Ne-
„bel verſchluckt hatte. Auch blieb ich gegen zwey Jahr lang
„immer engbrünſtig, welcher Zufall mich nicht eher verließ,
„als bis ich einige Monate in Italien in den Bädern zu
„Poretta zugebracht hatte. *)

Wirbelwinde und Waſſerhoſen ſind von vielen Naturforſchern blos als elektriſche Erſcheinungen betrachtet worden, da ſie hingegen andere von einer verſchiedenen Urſache hergeleitet und nach den Grundſätzen der Hydroſtatik zu erklären geſucht haben. Es iſt inzwiſchen wohl möglich daß es in der That zwey Arten von Waſſerhoſen geben kann, wovon die eine, wie ich im ſechsten Kapitel des vierten Buches gezeigt habe, die Wirkung der elektriſchen Anziehung iſt, die andere aber auf einem luftleeren Raume oder auf einer auſſerordentlichen und ſchnellen Verdünnung der Luft beruht. Die Wirbelwinde wenigſtens, welche ich in dieſem Lande beobachtet habe, waren, wie ich überzeugt bin, von der letztern Art. Denn was auch die eigentliche Urſache derſelben geweſen ſeyn mag, ſo muß doch die Herumdrehung oder ſpiralförmige Bewegung der Luft noch lange Zeit fortgedauert haben, als bereits jede elektriſche Kraft zu wirken aufgehört hatte.

Es iſt allgemein bekannt, daß ſelbſt ein gemeines Feuer eine Art von Kreislauf in der Luft eines Zimmers, nur in einer verſchiedenen Form, hervorbringt. Man wird daher ohne Schwierigkeit begreifen, daß, wenn irgend ein Theil der auf der Oberfläche der Erde oder des Meeres ſtehenden Luftſäule entweder durch Elektrizität, oder durch irgend eine andere Urſache plötzlich verdünnt wird, ein luftleerer Raum, wenigſtens in Vergleichung mit dem übrigen Theile der Luft, unmittelbar ſtatt finden müſſe. Da nun unter ſolchen Umſtänden die herum befindliche atmoſphäriſche Luft,

*) Man ſ. *Bruce's* Travels Vol. IV. p. 553. — 555.

um die Leere auszufüllen, von allen Gegenden her auf einmal zuſtrömt, ſo erfolgt ein Kampf der Winde mit einander, und daher eine kreisförmige Bewegung, wodurch leichte Körper aufwärts geriſſen, und mit beträchtlicher Schnelligkeit herum getrieben werden. Dieſes gewaltſame Einſtrömen der Luft von allen Seiten her in den leeren Raum macht dann dasjenige aus, was man auf dem feſten Lande einen Wirbelwind zu nennen pflegt.

Wenn dieſer luftleere Raum auf der See entſteht, ſo muß zu Folge der Natur der Flüßigkeiten das Waſſer durch den Druck der Atmoſphäre, wie in einer gemeinen Pumpe, bis zu einer gewiſſen Höhe aufſteigen. Da aber der luftleere Raum nicht ganz vollſtändig iſt, ſo zertheilt ſich das Waſſer in Tropfen, und weil dergleichen leere Räume meiſtentheils von der Hitze herrühren, ſo wird das Waſſer verdünnt, wenn es die obern Regionen der Atmoſphäre erreicht, und nimmt dann das Anſehen einer Wolke an.

Oliver, deſſen Theorie ich mit einer geringen Veränderung angenommen habe, erläutert dieſe Erſcheinung durch einen ſehr leichten Verſuch. *) Er machte in eine ſteife Karte ein Loch, welches ſo eben groß genug war, um eine Gänſefeder hindurch ſtecken zu können. Nachdem er die Feder an beyden Enden quer durch geſchnitten hatte, legte er die Karte auf die Mündung eines Weinglaſes, welches dermaſen mit Waſſer gefüllt war, daß die Oberfläche des letztern ein Fünftel oder ein Sechstel Zoll von der untern Oeffnung der Feder abſtand. Hierauf brachte er ſeinen Mund an den obern Theil der Feder und zog die Luft aus derſelben heraus. Auf dieſe Weiſe bekam er vermittelſt eines einmaligen Einathmens ungefehr einen Löffel voll Waſſer in den Mund; und dieſes konnte er wiederhohlen, indem die Feder in der vorigen Lage blieb. Das Waſſer ſtieg, wie er hinzu fügt, in den Mund nicht in einem ununterbrochenen Strohme, wie der Fall geweſen ſeyn würde, wenn die Feder mit dem Waſſer in unmittelbarer Be-

*) Man ſ. Tranſactiones Philadelph. Vol. II.

rührung geweſen wäre, ſondern das ſich erhebende Waſſer war unterbrochen und mit der zugleich aufſteigenden Luft unordentlich gemiſcht.

Die gewöhnlichen Erſcheinungen der Waſſerhoſen kommen genau mit dieſer Theorie überein. In einer Entfernung gleichen ſie einem umgekehrten Kegel, oder der Spitze eines Schwerdes, welches davon herrührt, daß das Waſſer Anfangs ſich in großen Tropfen erhebt, und ſich, ſowie es aufſteigt, immer mehr ausbreitet; und gewöhnlich hängt eine Wolke über dem mittlern Theil der Naturerſcheinung.

Das Waſſer, welches in die Höhe ſteigt, iſt ohne Zweifel im Anfange geſalzen, aber vermöge der Veränderung in den obern Regionen erleidet daſſelbe eine Art von natürlicher Deſtillation, und verliehret alle die ſchweren Salztheilchen, mit welchen es Anfangs beladen war.

Waſſerhoſen hat man auch auf dem feſten Lande beobachtet. Zwey ſehr merkwürdige Beyſpiele davon finden ſich in den Philoſophiſchen Tranſactionen verzeichnet.

Verſchiedene Erſcheinungen, welche man zu beobachten Gelegenheit gehabt hat, laſſen ſich nur nach dieſen Grundſätzen erklären. So liest man Nachrichten von rothen und gelben Regen, von Fröſchen und Froſchlarven, ja ſelbſt von kleinen Fiſchen, welche auf die Dächer der Häuſer mittelſt eines Regens gekommen ſeyn ſollen. Der rothe und gelbe Regen beſtand, wie ich glaube, aus den Blüthen von Pflanzen, oder aus Inſekten, welche von einer der gedachten Luftröhren mit in die Höhe geriſſen worden waren; und die Fröſche und Fiſche rührten wahrſcheinlich aus einem Teiche her, in welchem ſich die Waſſerhoſe erzeugt hatte, oder worüber ſie auf ihrem Wege hingeſtrichen war.

Die Spitze oder der Kegel der Waſſerhoſe hat meiſtentheils eine ſchiefe Richtung, und dieſe beruht auf der Stärke und Richtung des Windes, welcher die Waſſerhoſe forttreibt. Dr. Perkins aus Boſton, deſſen ich zu erwähnen Gelegenheit hatte, als ich von den Orkanen handelte, hat in denſelben Band der amerikaniſchen Tranſactionen einen Aufſatz einrücken laſſen, wo er eine verſchiedene The-

orie der Waſſerhoſen zu geben verſucht. Kapitän Melling berichtete ihm, auf einer Reiſe von den weſtindiſchen Inſeln nach Boſton ſey eine Waſſerhoſe quer über den Hintertheil des Schiffes, wo er ſich damals aufhielt, gegangen. Ein Strohm Waſſer habe dabey ſich mit einer ſolchen Heftigkeit auf ihn geſtürzt, daß er beynahe dadurch niedergeworfen worden wäre, und unmittelbar darauf habe ſich die Waſſerhoſe mit einem brauſenden Geräuſche in die See gegeben. Das Waſſer aus der Hoſe war nach ſeiner Bemerkung vollkommen friſch.

Dr. Perkins fügt noch verſchiedene andre Beyſpiele auf das Zeugniß der Seeleute hinzu, welche alle verſicherten, ſie hätten das Waſſer aus der Wolke durch die Waſſerhoſe in die See herab ſteigen ſehen, da hingegen Oliver behauptet, es ſteige aufwärts.

Folglich kann nach Dr. Perkins Meinung ein Wirbelwind nicht die Urſache einer Waſſerhoſe ſeyn. Auch können dieſe beyden Naturerſcheinungen nicht von einer und derſelben Urſache herrühren. Er nimmt an, daß der Wirbelwind entſteht, wenn die erhitzte oder verdünnte Luft in oder durch die obern kältern Regionen der Atmoſphäre aufſteigt. Nun ſagt Dr. Arbuthnot, die Verdünnung des heißeſten Tages mache die Luft nur um ein Zehntel leichter, als dieſelbe an dem kälteſten iſt.

Ferner ſtimmt das brauſende Geräuſche, ſo wie es Kapitän Melling beobachtet hat, mit der Theorie, daß das Waſſer in der Hoſe aufſteige, nicht wohl überein, da ſich nicht begreifen läßt, warum ein ſolches Geräuſch das bloſe Aufſteigen des Waſſers begleiten ſollte.

Um dieſe Sache ganz aufs reine bringen zu können, wäre zu wünſchen, daß künftige Beobachter auf folgende Umſtände Rückſicht nehmen möchten:

Erſtens auf den anfänglichen Zuſtande einer Waſſerhoſe, und beſonders ob ſich eine Wolke über dem Theil befinde, wo ſich die Waſſerhoſe zu bilden anfängt; und

Zweytens ob der kegelförmige Theil der Waſſerhoſe allmählig von dem mittlern Theile des Naturphänomens herabzuſteigen ſcheine *).

Eine Windsbraut ſcheint ihrer Natur nach mit den vorhergegangenen zwey Naturerſcheinungen viel Aehnlichkeit zu haben; ſie iſt aber in ihren Wirkungen gewaltſamer. Sie fängt ſehr plötzlich an, nachdem ſich vorher verſchiedene Wolken zuſammen gezogen haben. Alsdann erhebt ſich aus denſelben ein heftiger Windſtoß, welcher nach der Richtung des ſo eben wehenden Windes auf den Erdboden ſtößt, einen runden Raum von wenigen Ruthen im Durchmeſſer einnimmt, und ſich auf dieſe Weiſe eine halbe oder ganze Meile fortbewegt. Die Richtung ſeiner niederwärts gehenden Bewegung macht, daß er von der Erde zurückprallt, und bewegliche Dinge vor ſich hin, einige aber auf die Seite oder nach einer Seitenrichtung von ſich wegwirft. Ein Dunſt, Nebel oder Regen ſteigt zugleich mit herab, und bezeichnet den Weg dieſes Windſtoſſes mit Feuchtigkeit.

Derſelbe, welcher die angeführte allgemeine Beſchreibung bekannt gemacht hat, giebt eine Nachricht von einer Windsbraut, welche ſich vor wenigen Jahren in Neuengland zu Leiceſter, ungefehr funfzig Meilen von Boſton ereignete.

„Das Phänomen trug ſich im Julius an einem heiſſen Tage Nachmittags gegen vier Uhr zu. Einige wenige Wolken „zogen ſich weſtwärts zuſammen, kamen hierauf gerade über „den Ort, und man bemerkte alsdann eine plötzliche Bewegung in einem gewiſſen Punkte ihrer Vereinigung, worauf „unmittelbar ein Windſtoß das weſtliche Ende eines Hauſes „traf, und daſſelbe augenblicklich mit einem Neger fortführte, welcher ſich darin befand, und welchen man hernachmals auf dem Wege, den die Windsbraut genommen hatte, „todt antraf. Zwey Männer und eine Frau fielen, weil „die Hausflur einbrach, in den Keller, und ein Mann wurde „gewaltſam in den Kamin gehoben. Dieſe Leute kamen mit „dem Leben davon, ob ſie gleich ſehr beſchädigt wurden.

*) Man ſ. Philadelph. Transact. Vol. II.

„Sie waren von einem Dunſte oder einem Nebel ganz naß, „ſo wie auch der Ueberreſt der Hausflur und der ganze Weg, „welchen die Windsbraut genommen hatte. Dieſer Wind „hob Planken, Bauholz u. ſ. w. in die Höhe. An dem einen „Ende fand man einen Querbalken, welcher bald drey Fuß „weit in den Erdboden eingetrieben war. Die Windsbraut „hatte denſelben wahrſcheinlich in der Höhe gefaßt und trieb „ihn dann gewaltſam niederwärts. Sie bewegte ſich mit „der Geſchwindigkeit eines Windes von mittlerer Stärke, „und nahm, bis ſie gänzlich aufhörte, beſtändig an Stärke ab.

Zwölftes Kapitel.

Von der Wärme der Atmoſphäre und feurigen Dünſten.

Gegenſtände der Meteorologie als einer Wiſſenſchaft. — Zum Theil ſchon vorher abgehandelt. — Temperatur. — Wärme der Erde. — Wirkungen der Sonnenſtrahlen auf verſchiedene Media. — Unterſchied in Rückſicht auf die Temperatur zwiſchen Land und Waſſer. — Wirkungen der Wolken auf die Temperatur. — Von der Ausdünſtung. — Ungewöhnliche Kälte, wie ſie im Sommer und Winter hervorgebracht wird. — Wäſſerige Meteore. — Feurige Meteore. — Feuerkugeln. — Sternſchnuppen. — Irrlichter (ignes fatui).

Die Meteorologie, das Wort im weiteſten Sinne genommen, umfaßt ein weites Feld der Naturwiſſenſchaften. Sie begreift alles, was ſich auf unſre Atmoſphäre, auf Klima, Temperatur, Dünſte, Nebel, Thau, Regen, Hagel, Schnee,

die feurigen Dünſte, wiefern ſie von entzündlicher Luft herrühren, ja ſelbſt auf Donner und Bliz, und überhaupt auf alle jene Phänomene, welche durch die ſogenannte natürliche Elektrizität erzeugt werden, bezieht.

Die Anordnung des Inhaltes dieſes Werks, welche mir in Rückſicht der Deutlichkeit den Vorzug vor jedem andern zu verdienen ſchien, ſchließt nothwendiger Weiſe viele von dieſen Gegenſtänden aus. Die elektriſchen Erſcheinungen habe ich bereits abgehandelt, und die Theorie des Regens, des Schnees und ſo weiter iſt, wiefern ſie ſich aus der Elektrizität erklären läßt, auch ſchon kürzlich vorgetragen worden. Was von wäſſerigen Meteoren noch zu ſagen übrig iſt, wird eine ſchicklichere Stelle in dem Buche finden, wo ich ausführlich von dem Waſſer handeln werde. Denn iſt die Natur dieſer Flüßigkeit ausführlicher erklärt, ſo wird man auch die Eigenſchaften der Meteore beſſer einſehen lernen.

Die Naturerſcheinungen, welche ſich jetzt unſrer unmittelbaren Betrachtung darbiethen, ſind alſo blos diejenigen, welche im eigentlichen Sinne Luft- oder atmoſphäriſche Erſcheinungen heiſſen. Wir werden alſo hier ganz eigentlich die Temperatur der Atmoſphäre und die feurigen Meteore zu betrachten haben, mit welchen die Atmoſphäre gelegentlich beladen iſt, und für welche die Luft nicht blos das Vehikel, ſondern ſelbſt die Materialien abzugeben ſcheint.

Die Veränderungen der Temperatur, welche wir beobachten, entſtehen hauptſächlich in der Atmoſphäre, oder in einem nicht ſehr großen Abſtande von der Oberfläche der Erde. Dies erhellt aus einer einfachen und hinlänglich bekannten Thatſache, daß nehmlich die Erde in einer gewiſſen Tiefe unter der Oberfläche beſtändig faſt eine und dieſelbe Temperatur beybehält, und daß der Wärmegrad in dieſen Tiefen ſich meiſtens der mittlern jährlichen Wärme des Himmelſtriches nähert. Selbſt da, wo mit der äuſſern Luft eine Verbindung Statt findet, pflegt die Erde in einer Tiefe von achtzig bis neunzig Fuß nur geringe Veränderungen in ihrer Temperatur zu erfahren; und wo keine ſolche

Verbindung vorhanden iſt, da muß die Veränderung noch unbedeutender ſeyn. Daher leidet die Temperatur der Quellen mit den Jahreszeiten keine Veränderung; und aus demſelben Grunde behält der Keller der Pariſer Sternwarte, welcher ſich ungefehr neunzig Fuß unter dem Erdboden befindet, beſtändig die Temperatur von drey und funfzig Graden ungefehr bey, und weicht davon, ſelbſt in den kälteſten Jahren, nicht über einen halben Grad ab. Van Swinden hat bemerkt, daß die äusserſte Kälte, ſelbſt über 0 Fahrenh. Skale, wenn ſie nur wenige Tage anhält, nicht weiter, als zwanzig Zoll eindringt, ſogar wenn der Erdboden nicht mit Schnee bedeckt iſt, und hingegen nur zehn Zoll, wenn auf der Oberfläche der Erde eine Schicht Schnee liegt.

Man kann folglich die Erde als den großen Wärmebehälter anſehen. Wenn aber die Oberfläche derſelben plötzlich abgekühlt wird, ſo erleiden ihre innern Theile eine gewiſſermaſſen verhältnißmäßige Veränderung ihrer Wärme, indem in dieſem Falle die innere Wärme nach der Oberfläche hingeleitet wird Man hat deswegen in der Schweiz beobachtet, daß der Schnee meiſtens am Grunde wegzuſchmelzen anfängt; und wenn die Sonnenwärme nicht ſtark iſt, ſo kann man dieſelbe Erſcheinung während eines Thauwetters in dieſem Lande beobachten.

Die Oberfläche der Erde iſt im Stande, von den Sonnenſtrahlen einen großen Zuwachs von Wärme aufzunehmen. Wir haben aber ſchon oben geſehen, daß das Licht dieſelbe Wirkung auf einen durchſichtigen Mittelkörper nicht äuſſert; denn dergleichen Mittelkörper verſtatten den Sonnenſtrahlen einen freyen Durchgang, und das Licht ſcheint nur dann als Feuer zu wirken, wenn es ſich in den kleinſten Zwiſchenräumchen der Körper anhäuft und einengt. Aus dieſem Grunde ſind die Gipfel hoher Berge immer, ſogar unter der Linie, mit Schnee bedeckt, und deswegen friert es, wie ich ſchon oben erinnert habe, in einer gewiſſen Höhe, welche faſt für jede Breite anders iſt, während der Nacht in allen Jahreszeiten.

Die Erfahrung lehrt, daß die Wärme, ſo wie wir höher in die Atmoſphäre ſteigen, beynahe in einer arithmetiſchen Proportion abnimmt. In der Nähe von Paris, wo die Breite 58°, 50′ iſt, fand der Luftſchiffer Charles bey einer Temperatur von 47° an der Oberfläche der Erde in einer Höhe von eilf tauſend, vier und achtzig Fuß die Temperatur der Atmoſphäre 21° oder 11° unter dem natürlichen Gefrierpunkte. Nahe bey Dijon, unter einer Breite von 47 war den fünf und zwanzigſten April die Temperatur an der Oberfläche der Erde 56°, aber in einer Höhe von zehntauſend, ſechshundert, ſechs und dreyſig Fuß fand ſie Morveau von 26°. Lord Mulgrave fand unten an dem Fuß von Hacklyt Hill, unter einer Breite von 80°, die Temperatur der niedern Luft 50°, aber auf dem Gipfel des ein tauſend fünfhundert und drey Fuß hohen Berges nur von 42°.

Das Waſſer kommt mit der Luft darin überein, daß es durch den Durchgang der Sonnenſtrahlen nur wenig verändert wird. Da aber der Grund eines jeden Sees undurchſichtig iſt, ſo kann daſelbſt immer noch Wärme erregt und angeſammelt werden. Allein zwiſchen Waſſer und Erde findet der Unterſchied Statt, daß das Land oder die Erde, beſonders wenn ſie trocken iſt, ſehr leicht von den Sonnenſtrahlen Wärme annimmt, aber durch ihre Subſtanz hindurch bis zu einer beträchtlichen Tiefe ſehr langſam fortleitet; da hingegen das Waſſer wegen ſeiner Durchſichtigkeit die Wärme von den Lichtſtrahlen nur langſam aufnimmt, allein auch durch ſeine ganze Maſſe mit groſſer Schnelligkeit verbreitet.

Doktor Hales meldet, im Auguſt 1724, als die Atmoſphäre und die Oberfläche der Erde, beyde eine Temperatur von 88° hatten, habe ein Thermometer, das ſich blos zwey Zoll tief in dem Erdboden befand, eine Temperatur von 85°. ein anderes, in der Tiefe von ſechszehn Zollen, von 70°, und ein drittes in der Tiefe von vier und zwanzig Zollen, von 68° gehabt. Die zwey letzten behielten dieſelbe Temperatur Tag und Nacht bis zu Ende des Monats

ben, und fielen dann nur auf 63°. Den ſechs und zwanzigſten October ſtand ein Thermometer, welches derſelbe Naturforſcher der freyen Luft ausſetzte, auf 35°, 5, ein zwey Zoll in die Erde verſenktes erwärmte ſich auf 43 , 85, ein anderes, das ſechszehn Zoll tief unter der Erde ſtand, erreichte 48°, 8, und noch ein drittes in einer Tiefe von vier und zwanzig Zoll 50°. Er fand ſogar, daß zwiſchen dem erſten und zweyten November, da die Temperatur der äuſſern Luft 27° betrug, ein vier und zwanzig Zolle tief verſenktes Thermometer eine Wärme von 43°, 8 anzeigte. Im folgenden Jahre vom März bis zum September war die äuſſere Luft viel wärmer, als die Erde in einer Tiefe von ſechszehn Zoll oder zwey Fuß. Weil aber die Jahreszeit ſehr regnicht und die Ausdünſtung beträchtlich war, ſo konnte die Erde nahe an der Oberfläche ſich nicht merklich erwärmen.

Aus dieſen Verſuchen erhellt, daß die Oberfläche der Erde beträchtlich erhitzt werden kann, und die Wärme deſſen ungeachtet in keine beträchtliche Tiefe eindringte. Es erhellt ferner, daß die Erde ihre Wärme nicht leicht an die Luft abgiebt, und ihre natürliche Temperatur, welche zwiſchen 40 und 50° iſt, in einer ſehr kleinen Tiefe unter der Oberfläche ſogar alsdann noch behält, wenn die Temperatur der Luft ſich unter dem Gefrierpunkte befindet. Hingegen im Waſſer iſt die Wärme in keinem beſondern Theile angehäuft, ſondern durch die ganze Maſſe gleichförmig verbreitet, und wenn die Oberfläche des Waſſers groß iſt, ſo ſtimmt die Temperatur deſſelben mehr mit der Wärme der Atmoſphäre, als der Erde überein. In der Nähe von Marſeilles fand Dr. Raymond den Sand häufig bis auf hundert und ſechzig Grad erhitzt; die See hingegen niemals heiſſer als ſieben und ſiebzig Grad, und ſelbſt dieſen Wärmegrad ſchien das Seewaſſer hauptſächlich ſeiner Verbindung mit dem feſten Lande zu verdanken. Denn am neunzehnten Junius 1767. fand er denjenigen Theil der Bay, welcher ſich zunächſt beym Lande findet, auf vier und ſiebzig Grad, die Mitte auf zwey und ſiebzig und den Eingang nur auf ſiebzig Grad erwärmt. Zur Winterszeit beobachtete er die Erde häufig bis vierzehn

oder funfzehn Grad, die See aber niemals unter vier und vierzig oder fünf und vierzig Grad abgekühlt.

Wir richten uns immer nach der Temperatur der Atmoſphäre, wenn wir das Wetter kalt oder warm nennen. Aber die Atmoſphäre erhält den größern Theil ihrer Wärme von der Berührung, in welcher ſie mit der Erde oder mit dem Waſſer ſteht. Folglich wird die Strenge der Winterkälte durch die Wärme gemäſigt, welche die Erde fahren läßt. Da aber die Erde ihre Wärme nur langſam von ſich giebt, und da die Oberfläche derſelben auſſerordentlich kalt gefunden wird, indeß die innern Theile derſelben bis zum 40 oder 50ſten Grad erwärmt ſind; da ferner die Wärme des Waſſers gleichförmiger vertheilt iſt, und leichter von demſelben losgeht, ſo folgt hieraus zuſammen genommen, daß der Theil der Luft, welcher auf der Oberfläche der See aufliegt, in der ſtrengſten Winterkälte eine wärmere Temperatur, als der über der Erde befindliche beſitzt.

Die Inſeln ſind gemäſigter, als das feſte Land, weil ſie mehr von der Temperatur der See beſitzen. Was diejenigen Länder betrift, welche der Ocean begränzt, ſo ſind die der See ſüdlich gelegenen wenigſtens in unſrer Halbkugel wärmer, als diejenigen, welche die See von ſich nach Süden zu liegen haben, weil die Winde, welche ſie im Winter, wenn ſie über das Land weheten, erkälten würden, durch ihren Weg über die See gemäßigt werden, da hingegen diejenigen, welche der See nördlich liegen, im Sommer durch die Seewinde abgekühlt werden.

Eine jede bewohnbare Breite muß wenigſtens zwey Monate lang im Jahre eine Wärme von 60° haben, um Korn und andere Erzeugniſſe des Pflanzenreichs hervor, und zur Zeitigung zu bringen. Die Schnelligkeit, mit welcher die Vegetaton in hohen Breiten von ſtatten geht, rührt häuptſächlich von dem langen Aufenthalte der Sonne währes ihres Sommers her. In der That hat Doktor Halley bewieſen, daß, wenn es nicht Nebel oder Eisberge hinderte, das heiſſeſte Wetter ſelbſt unter den Polen Statt

haben würde, da die anhaltende Dauer der Sonnenſtrahlen die Schiefe ihrer Richtung erſetzen müßte.

Unter die Urſachen der Veränderungen des Wetters in jenen Himmelsſtrichen, beſonders in Beziehung auf Wärme und Kälte müſſen wir den Umſtand zählen, daß die Luft mit Dünſten beladen iſt. Iſt die Atmoſphäre bewölkt, ſo kann ſie von der Sonnenwärme mehr aufnehmen und zurückhalten, als wenn das Wetter heiter iſt. Die Urſache dieſes Unterſchiedes leuchtet in die Augen. Denn ein durchſichtiger Mittelkörper läßt die Sonnenſtrahlen durch ſich hindurch gehen, welche hingegen aufgefangen werden wenn der Mittelkörper dicker und undurchſichtiger iſt. Daher findet man eine bewölkte Luft oftmals wärmer, als die Erde, auf welcher ſie aufliegt. Die Luft wird ferner durch die Verdichtung der Dünſte erwärmt, und dies iſt der Urſprung des Hagels, welcher nichts anders iſt als Regen, der ſich verdichtet hat, indem er durch eine Luftſchicht hindurch geht, welche kälter als diejenige iſt, aus welcher er kommt.

Indeſſen fängt anhaltendes bewölktes oder neblichtes Wetter die Sonnenſtrahlen auf, und hindert ſie, die Erde zu berühren, welche dann aus dieſer Urſache die gehörige Quantität Wärme nicht annehmen kann. Der Winter vom Jahre 1783 bis 1784 war ungewöhnlich ſtrenge, und es iſt bemerkenswerth, daß mehrere Monate des zunächſt vorhergegangenen Sommers hindurch, wo der Einfluß der Sonnenſtrahlen, die Erde zu erwärmen, hätte am gröſten ſeyn ſollen, das ganze feſte Land von Europa mit einer Art von Nebel bedeckt war, welchen man von dem Rauche einiger Vulkane in der Nähe des Berges Hekla in Island hergeleitet hat. Dieſer Nebel war von trockner Art, und folglich die Sonnenſtrahlen nicht vermögend, ihn zu zerſtreuen. Die letztere wurde während ihres Durchgang durch denſelben dermaſſen geſchwächt, daß, wenn man ſie in den Brennpunkt eines Brennglaſes ſammelte, ſie kaum Löſchpapier anzuzünden im Stande waren *).

*) Man ſ. Doktor Franklin's meteorological conjectures.

Eine Haupturſache der Abänderungen und des Wechſels der Temperatur und ein höchſt kräftiges Mittel, Kälte zu erzeugen, iſt die Ausdünſtung. Hierüber hat man folgende Thatſachen beobachtet.

Erſtens in unſern Himmelsſtrichen iſt die Ausdünſtung zwiſchen der Frühlings- und Herbſtnachtgleiche, ungefehr vier Mal ſo groß, als in dem übrigen Theile des Jahres.

Zweytens bey übrigens gleichen Umſtänden wächst die Ausdünſtung im Verhältniß mit der Differenz zwiſchen der Temperatur der Luft und der ausdünſtenden Oberfläche; ſie iſt folglich am geringſten, wenn beyde faſt einerley Temperatur beſitzen. Der erſtere Theil dieſes Satzes gilt aber nicht ohne einige Einſchränkung. Denn iſt die Luft über funfzehn Grad kälter, als die ausdünſtende Oberfläche, ſo findet ſelten eine Ausdünſtung Statt, und in dieſem Falle ſetzt die Luft eher Feuchtigkeit ab, als daß ſie welche aufnehmen ſollte.

Drittens. Der Grad von Kälte, welchen die Ausdünſtung erzeugt, iſt weit größer, wenn die Luft wärmer, denn die ausdünſtende Oberfläche iſt, als wenn die letzte einen höhern Wärmegrad beſitzt. Denn in dem erſtern Falle nimmt die Ausdehnung der Dämpfe zu; in dem letztern hingegen wird ſie zurückgehalten. Je mehr die Dämpfe ausgedehnt werden, deſto mehr Feuer- oder Wärmematerie verſchlucken dieſelben; und daher iſt es in einem luftleeren Recipienten am kälteſten, wo die Dämpfe am meiſten einſchlucken. Daher ſind auch warme Winde, z. B. der Harmattan, Sirocco und dergleichen in einem höhern Grade austrocknend, als kalte Winde.

Viertens. Die Ausdünſtung wird immer ſehr dadurch befördert, wenn ſich ein Luftſtrohm über die ausdünſtende Oberfläche hinbewegt. Daher iſt ein windſtiller Tag immer beſſer, als einer, wo ein ſtarker Wind weht *).

*) Man ſ. *Kirwan* on climate c. 1.

Aus dieſen Thatſachen, ſo wie aus demjenigen, was ich über die Ausdünſtung im zweyten Buche vorläufig bemerkt habe, erhellt offenbar, daß Gegenden, welche mit Bäumen, oder mit ſaftvollen Pflanzen bedeckt ſind, weit kälter ſeyn müſſen, als diejenigen, wo ein geringerer Theil der Oberfläche mit Pflanzen verſehen iſt. Denn nach einigen von Williams angeſtellten Verſuchen giebt ein ſolcher Erdboden ein Drittel mehr Dünſte von ſich, als derſelbe Raum geben würde, wenn er wirklich mit Waſſer bedeckt wäre *). Hieraus erhellt ferner der Grund jener erſtaunenswürdigen Veränderung des Klimas, welche ein Land erfährt, wenn es durch Aushauen der Wälder lichter und angebauet wird. Amerika iſt weder in Rückſicht der Temperatur, noch der Geſundheit daſſelbe Land jetzt mehr, als es ſonſt war, da noch ſeine ungeheuern Wälder ſtanden.

Aus allem bisher Angeführten folgt, daß auf einen feuchten Sommer meiſtens ein ſtrenger Winter folgt, weil den Sommer über der bewölkte Himmel den Erdboden verhindert, eine gewöhnliche Quantität Wärme anzunehmen, und weil durch die vermehrte Ausdünſtung die ſchon daſelbſt befindliche Quantität verringert wird. Jedoch kommt hier viel auf andere Umſtände, und beſonders auf den Lauf des Windes an.

Ungewöhnliche Kälte im Sommer wird durch folgende Umſtände vorgebracht.

Erſtens, durch die lange Fortdauer der Oſt- oder Nordwinde.

Zweytens, durch häufige und ſchwere Regen, welche eine beträchtliche Ausdünſtung zur Folge haben.

Drittens, durch lange anhaltendes, umwölktes Wetter, wodurch die Erde gehindert wird, eine gehörige Menge von Wärme aufzunehmen.

Ungewöhnliche Kälte im Winter ereignet ſich gemeiniglich aus folgenden Umſtänden.

*) Man ſ. die Philadelph. Transact. Vol. II. p. 152.

Erſtens aus ungewöhnlich kaltem oder naſſem Wetter in dem vorher gegangenen Sommer. Im Jenner des Jahres 1709 war das Wetter ungewöhnlich kalt, und man hatte bemerkt, daß in dem vorher gegangenen Junius das Thermometer dem Gefrierpunkte nahe und der Regen beträchtlich war. *)

Zweytens aus der unmittelbaren Wirkung ſchwerer Regen, worauf Oſt- oder Nordwinde folgen. Unter dergleichen Umſtänden entſteht wegen der vermehrten Ausdünſtung in jeder Jahreszeit Kälte.

Drittens, aus weſtlichen oder ſüdlichen Luftſtröhmen in den höhern Regionen der Atmoſphäre, indeß Oſt- oder Nordwinde näher an der Oberfläche der Erde herrſchen.

Viertens, aus der Ankunft ſibiriſcher oder nordamerikaniſcher Winde. Man hat berechnet, daß Weſtwinde in wenigen Tagen aus Amerika kommen können; und wenn der Ocean vorher durch Nordwinde erkältet worden iſt, ſo kommen uns ſelbſt jene Winde aus Amerika kalt vor. Die ſibiriſchen Winde werden uns, wenn ſie in einer niedern Breite entſtehen, von Südoſt her zu kommen ſcheinen; und wenn ſie in einer höhern Breite ihren Urſprung nehmen, ſo werden ſie uns nordöſtlich vorkommen, weil ſie nach Süden hin abgelenkt werden.

Fünftens aus dem Herabſteigen einer höhern Schicht der Atmoſphäre. Dies ereignet ſich, wenn ein kalter Wind in den höhern Regionen über ein Land geht, wo die niedern Schichten der Atmoſphäre ſpecifiſch leichter ſind. — Daher geht meiſtens ein niederer Barometerſtand vor außerordentlicher Kälte vorher, welche durch dieſe Urſache hervor gebracht wird. **)

Auf dem Zuſtande der Atmoſphäre in Rückſicht der Wärme und Kälte, noch mehr aber auf dem Grade der Ausdünſtung beruhen, wie uns die Erfahrung lehrt, alle Erſcheinungen der wäſſerigen Meteore, des Regens, Hagels, Schnees und dergleichen mehr. Doch von dieſen Gegenſtänden werde ich an

*) Man ſ. Derhams Phyſikotheologie B. 1. Kap. 3.
**) Man ſ. Kirwan a. a. O. Kap. 15.

an einer andern ſchicklichern Stelle in dieſem Werke handeln. Die feurigen Dünſte ſind gleichfalls mit denſelben Urſachen verbunden, und großentheils nichts anders als die Wirkungen der Ausdünſtung. Aber ihre Materialien ſowohl, als ihre Wirkungen ſind verſchieden, wiewohl man wegen ihres ſchnellen Dahinſchwindens ihre eigentliche Natur jetzt noch nicht hinreichend verſteht.

Da ich von den Phänomenen, welche in dem eigentlichen Sinne elektriſch ſind, bereits gehandelt habe, ſo laſſen ſich die feurigen Meteore, welche noch zu betrachten übrig ſind, auf drey Klaſſen zurück bringen. Die erſte dieſer Klaſſen befaßt die Feuerkugeln; die zweyte die Sternſchnuppen, und die dritte die Irrwiſche.

Es iſt bereits erinnert worden, daß die Atmoſphäre der allgemeine Behälter aller jener Theilchen iſt, welche aus einem jeden flüchtigen oder der Verdünſtung unterworfenen Körper ausdampfen. Als ich von dem Feuerdampfe in den Bergwerken ſprach, habe ich gezeigt, daß entzündliche Luft in der Atmoſphäre in großen Quantitäten, und zu einer beträchtlichen Höhe aufſteigt. So giebt es auch einige phoſphoriſche Subſtanzen, welche gleichfalls gelegentlich flüchtig gemacht werden. Alle dieſe Theilchen werden aus allen faulenden Körpern des Thier- und Pflanzenreichs ſehr reichlich wieder erſezt. Es iſt bereits gezeigt worden, daß ſich Waſſerſtoff- oder entzündliches Gas leicht mit Schwefel vereinigt, und auf dieſe Weiſe das ſogenannte hepatiſche Gas erzeugt. Wir werden hernach ſehen, daß ſich dieſelbe luftförmige Subſtanz auch mit Phoſphor verbindet. Das ſo erzeugte phoſphoriſche Waſſerſtoff-Gas zeichnet ſich dadurch aus, daß es von ſelbſt Feuer fängt, wenn es mit der atmoſphäriſchen Luft in Berührung kommt. Auf dieſe Weiſe haben wir Materialien genug, aus welchen ſich alle die verſchiedenen Erſcheinungen, die ich ſo eben aufgezählt habe, bilden können. Und ob gleich die Materie der Meteore ſelbſt aus der angegebenen Urſache niemals chemiſch zergliedert worden iſt, ſo ſezt uns doch die Analogie in den Stand von ihrer Natur und ihren Eigenſchaften ziemlich richtig zu urtheilen.

Diejenigen Naturerſcheinungen, welche ich zuſammen unter der allgemeinen Benennung der Feuerkugeln begreife, theilten die Alten zu Folge ihrer äuſſern Form in verſchiedene Arten ein. Die Alten betrachteten ſie auch in einem weit fürchterlichern Lichte, als ſie zu unſern Zeiten angeſehen werden, nämlich als die zuverläßigen Vorläuſer großer und fürchterlicher Ereigniße in der moraliſchen und politiſchen Welt. Selbſt der philoſophiſche Cicero ſpricht von den ab occidente faces als von zuverläßigen Vorbedeutungen jener blutigen Scenen, welche in ſeinem Zeitalter die römiſche Republik erſchütterten und verheerten.

Unter dem allgemeinen Nahmen der Kometen zählt Plinius eine Menge ſolcher Erſcheinungen auf. Wenn das Feuer an dem einen Ende des Meteors anfängt, und nach und nach weiter fortbrennt, ſo nennt er daſſelbe wegen ſeiner Geſtalt und ſeines Anſehens eine Fakel. Wenn eine längliche ausgedehnte Maſſe Feuer durch die Atmoſphäre der Länge nach hinfährt, ſo nennt er dieſelbe einen Wurfſpies. Iſt ihre Länge und Größe beträchtlich und behält ſie ihre Stellung einen gewiſſen Zeitraum bey, ſo heißt ſie bey ihm ein Balken. Scheinen die Wolken ſich von einander zu entfernen, und aus dieſer Oeffnung eine Menge Feuer heraus zulaſſen, ſo nennt er dies eine Kluft. *) Allein dieſe letzte Erſcheinung iſt wohl im eigentlichen Sinne ein elektriſches Phänomen und nichts anders, als ein ſtarker und lebhafter Blitz.

Mehrere Beyſpiele von dieſen Meteoren hat derſelbe Schriftſteller aufgezeichnet. Als einſtens Germanicus öffentliche Gladiatorſpiele gab, ging ein ſolches Meteor vor den Augen der Zuſchauer ſchnell vorbey. Er ſetzt hinzu, ein Meteor von derjenigen Art, welche bey ihm den Nahmen der Balken führt, ſey geſehen worden, als die Lakedämonier in jener denkwürdigen Seeſchlacht, welche ihnen die Oberherrſchaft zur See koſtete, aufs Haupt ge-

*) Lampades, faces Bolides, trabes und Chaſma coeli. Man ſ. Plinii hiſt. nat. lib. II. c. 25. 26.

ſchlagen wurden. *) Er führt ferner ein blutiges Meteor, d. h. eine blutrothe Flamme an, welche von Himmel um die 107 Olympiade herum fiel, als Philipp, König von Makedonien, ſeinen verruchten Plan entwarf, die Republiken Griechenlands zu unterjochen. **) Er erzählt, als er einſt in dem römiſchen Lager während der Nacht Wache gehalten habe, ſey ihm eine ähnliche Erſcheinung vorgekommen. Er habe nehmlich eine Menge glänzender Lichter auf den Palliſaden des Lagers erblikt, die, wie er ſich ausdrückt, jenen ähnlich waren, welche ſich nach der Erzählung der Seeleute an den Enden der Maſte und Segelſtangen ſehen laſſen. ***)

In Himmelſtrichen unter den Wendezirkeln ſind dergleichen Meteore gewöhnlicher, und erregen mehr Erſtaunen, als in jenen gemäſigtern Gegenden. „Als ich einſt, ſagt Bardham, in Jamaika des Morgens aus meiner Wohnung ausritt, welche ungefähr drey Meilen nordweſtlich von St. Jago de la Vega liegt, ſahe ich eine Feuerkugel, welche mir ſo groß wie eine Bombe vorkam mit einer großen Flamme ſchnell niederfallen. Anfangs glaubte ich, ſie fiele in die Stadt, als ich aber näher kam, ſahe ich ein wenig nach Süden zu in der Savannah viele Leute verſammelt, zu welchen ich hinritt, um mich nach der Urſache ihrer Verſammlung zu erkundigen. Wie ich fand, erſtaunten ſie darüber, daß der Fußboden durch eine Feuerkugel, welche ihrer Verſicherung nach, hier niederfiel, auf eine ganz ſonderbare Weiſe aufgeriſſen war. Ich bemerkte viele Löcher in dem Boden; eines in der Mitte, ſogroß wie ein Mannskopf, und fünf bis ſechs kleinere, rund um jenes herum, von der Gröſſe einer Fauſt, und ſo tief, daß ſie ſich mit den Inſtrumenten, die man zur Hand hatte, nicht ergründen ließen. Man bemerkte ferner, daß alle grüne Kräuter in der Nähe der Löcher verbraunt waren, und in

*) Man ſ. Plinii hiſtor nat. lib. II. c. 25. 26.
**) Man ſ. Plinius a. a. O. Kap. 27.
***) Man ſ. Plinius a. a. O. Kap. 37.

der Nähe des Ortes empfand man noch einige Zeit darauf einen ſtarken Schwefelgeruch.“

Ulloa theilt eine Nachricht von einer ähnlichen Erſcheinung in Quito mit. *) „Um neun Uhr in der Nacht, ſagt er, ſchien eine Feuerkugel von der Seite des Berges Pichinka aufzuſteigen, welche ſo groß war, daß ſie ein Licht über den ganzen Theil der Stadt, welcher nach dieſem Berge zu gerichtet iſt, verbreitete. Da das Haus, wo ich wohnte, dieſelbe Richtung hatte, ſo wurde ich durch ein auſſerordentliches Licht in Erſtaunen geſetzt, welches durch die Spalten der Fenſterladen hindurch ſchoß. Dieſe Erſcheinung und der Lärm der Leute auf der Straße machte, daß ich an das Fenſter eilte, und ich kam noch zeitig genug, das Meteor in der Mitte ſeiner Laufbahn, welche von Weſten nach Süden hinging, beobachten zu können, bis ich es wegen eines Berges, welcher zwiſchen mir und demſelben lag, aus dem Geſichte verlohr. Es war rund und ſein ſcheinbarer Durchmeſſer etwa einen Fuß groß. Ich bemerkte, daß es von den Seiten des Pichinka aufſtieg, wiewohl ſeinem Laufe nach zu urtheilen, hinter jenem Berge dieſe Anhäufung entzündlicher Materie Feuer gefangen hatte. In der erſten Hälfte ſeines ſichtbaren Laufes verbreitete es einen erſtaunenswürdigen Glanz; alsdann fing es an allmählich dunkel zu werden, und als es hinter dem dazwiſchen gelegenen Berge ſich den Blicken entzog, war ſein Licht ſehr ſchwach.“

„Meteore dieſer Art werden ſehr häufig zwiſchen den Wendekreiſen beobachtet; zuweilen aber beſuchen ſie auch die gemäſigtern Länder Europens. Wir beſitzen die Beſchreibung eines dergleichen ſehr auſſerordentlichen Meteors, welche uns Montanari geliefert hat, und woraus wir ſehen, zu was für großen Höhen in unſrer Atmoſphäre dieſe Dünſte aufſteigen können. In dem Jahre 1676 ſahe man eine große Feuerkugel zu Bologna in Italien, ungefehr drey Viertel Stunden nach Sonnenunter-

*) Man ſ. Ulloa B. 1. Seit. 41.

gang. Sie bewegte ſich weſtwärts mit einer auſſerordentlichen Schnelligkeit und legte im Durchſchnitt nicht weniger als 160 Meilen in einer Minute zurück, was viel ſchneller iſt, als die Geſchwindigkeit, womit ſich eine Kanonenkugel bewegt. Zuletzt ſahe man ſie über dem adriatiſchen Meere. In ihrem Laufe ging ſie über ganz Italien hin, und den angeſtellten Berechnungen zu Folge, hat ihr Abſtand von der Oberfläche der Erde nicht weniger als acht und dreyſig Meilen betragen müßen. In ihrem ganzen Laufe, wohin ſie nur immer kam, hörte man unten ganz deutlich ein ziſchendes Geräuſche, wie bey einem Feuerwerke. Nachdem ſie ſich nach Corſica hinbewegt hatte, ſahe man ſie endlich mit einer äuſſerſt heftigen Exploſion, welche viel lauter als der Knall einer Kanone war, verſchwinden; und unmittelbar darauf hörte man ein anderes Geräuſch, welches dem Raſſeln eines großen Wagens auf einem mit Steinen gepflaſterten Wege glich, und wahrſcheinlich nichts anders als der Widerhall jener Exploſion war. Als das Meteor zu Bologna ſichtbar war, ſchien es nach dem einen Durchmeſſer zwey Mal ſo groß als der Vollmond, und nach dem andern eben ſo breit als derſelbe zu ſeyn. Erwägt man nun ſeine Höhe, ſo kann es nicht weniger als eine Meile lang und eine halbe Meile breit geweſen ſeyn. Wegen der großen Höhe in welcher daſſelbe ſichtbar war, und weil ſich in dieſem Welttheile kein Vulkan befindet, aus welchem es ſeinen Urſprung hätte nehmen können, iſt es mehr als wahrſcheinlich, daß dieſe fürchterliche Kugel irgendwo auf der entgegen geſetzten Seite des Erdballs, in den kurz zuvor beſchriebenen Dunſtregionen, entzündet worden, alsdann ſich über die Atmoſphäre erhoben, einen der Bewegung der Erde entgegengeſetzten Lauf genommen, und auf dieſe Weiſe ſeine erſtaunenswürdige Schnelligkeit erhalten hat." *)

Zwey dergleichen Meteore zeigten ſich in England im Jahre 1783. Eine ſehr umſtändliche und gründliche Nachricht von denſelben, verbunden mit einer ſcharfſinnigen Er-

*) *Goldſmith's* Hiſt. Earth. Vol. I. p. 382.

klärung, hat Dr. Blagden in den Philoſophiſchen Transactionen für das Jahr 1784 bekannt gemacht. Da dieſe Nachricht manches enthält, woraus ſich viele Phänomene dieſer Art befriedigend erklären laſſen, ſo glaube ich etwas ſehr zweckmäßiges zu thun, wenn ich meinen Leſern einen kurtzen Auszug aus dieſer höchſt intereſſanten und gelehrten Abhandlung mittheile.

Das erſte der zwey gedachten Meteore erblickte man den 18. Auguſt. Es hatte das Anſehen einer leuchtenden Kugel, welche N. N W. unter einer faſt runden Geſtalt aufſtieg. In kurzer Zeit aber wurde die Kugel elliptiſch und nahm, ſo wie ſie höher aufſtieg allmählich einen Schweif an. In einem gewiſſen Punkte ihres Laufs ſchien ſie eine merkwürdige Veränderung zu erleiden, indem es das Anſehen hatte, als ob ſie zerberſtete. Hierauf gieng ſie nicht länger, als eine ganze Maſſe fort, ſondern ſchien in einen Haufen Kugeln von verſchiedenen Größen eingetheilt, welche alle einen Schweif hatten und hinter ſich zurück ließen, bis das Meteor, nachdem es Oſten vorbey gegangen war, und ſich merklich nach Süden zu gewandt hatte, ſich nach und nach herab ſenkte und aus dem Geſichte verlohr. Die Zeit ſeiner Erſcheinung war ungefähr ſechszehn Minuten nach neun Uhr Abends, und es war ungefähr eine halbe Minute ſichtbar. Es wurde überall in Grosbrittanien, zu Paris, zu Nuits in Burgund, und ſelbſt zu Rom geſehen, und man nimmt an, daß es einen Weg von wenigſtens tauſend Meilen über der Oberfläche der Erde zurück gelegt hat. Es ſcheint mehrere Male geborſten zu ſeyn und ſich wieder vereinigt zu haben. Das erſte beobachtete Berſten deſſelben ſcheint ſich irgendwo über Lincolnſhire, etwa beym Anfange der Sümpfe, ereignet zu haben. Dieſe Veränderung des Meteors trift mit der Zeit zuſammen, da daſſelbe eine Ablenkung von ſeinem Laufe erlitt. War die Exploſion eine Folge von innerer Anſtrengung deſſelben, ſo dürfen wir uns freylich nicht wundern, daß dadurch die Maſſe von ihrer geraden Richtung abgelenkt wurde, und im Gegentheile ſcheint es eben ſo wahrſcheinlich, daß,

wenn irgend eine Urſache das Meteor, ſeine Richtung zu ändern, gewaltſam nöthigte, die Folge davon natürlicher Weiſe eine Trennung ſeiner Theile ſeyn mußte.

Das Licht dieſer Meteore iſt oftmals ſo groß, daß es bisweilen die Sterne verdunkelt, das Licht des Mondes ſchwächt, und ſogar auf das Licht des Beobachters wie die Sonne wirkt. Als dieſe Erſcheinung zu Brüſſel beobachtet wurde, ſchien der Mond ganz roth: als aber das Meteor vorüber gegangen war, bekam derſelbe ſein natürliches Anſehen wieder. Dieſe Wirkung muß, wie Blagden erinnert, auf dem Farbencontraſte beruht haben. Man ſieht hieraus, welche eine große Menge blauer Strahlen in die Zuſammenſetzung jenes Lichtes eingeht, da dabey ſogar der ſilberne Mond einen Ueberſchuß von rothen Strahlen zeigen konnte. Der Körper der Feuerkugel ſchien, ſogar ehe er noch zerberſtete, kein gleichförmiges Licht zu beſitzen, ſondern er beſtand aus hellern und dunklern Theilen, welche unaufhörlich ihre Lagen gegen einander veränderten, ſo daß das Meteor für manche Augen das Anſehen hatte, als ob die Materie ſich innerlich bewegte oder kochte. Nach den zuverläßigſten Nachrichten, welche man über die Höhe des Meteors einſammlen konnte, ſcheint dieſe verſchieden geweſen zu ſeyn, und von fünf und funfzig bis ſechszig Meilen betragen zu haben. In dieſen zwey letzten Eigenſchaften ſcheint eine wunderbare Uebereinſtimmung zwiſchen dieſem Phänomen und einigen andern Erſcheinungrn derſelben Art zu herrſchen.

Einige Zeit nachdem das Meteor verſchwunden war, hörte man einen Knall. Derſelbe war am lauteſten in Lincolnſhire und den benachbarten Gegenden, und wiederum in den öſtlichen Theilen von Kent. Wir können daher annehmen, daß dieſer Knall die Wirkung der zwey Exploſionen der Feuerkugel zuerſt über Lincolnſhire, und hernachmals, als das Meteor auf das feſte Land kam, geweſen ſey. Man ſagte auch, ein ziſchendes Geräuſch habe den Fortgang des Meteors begleitet. Aus der Höhe des Meteors zu ſchließen, hat daſſelbe ſeinen Umfange nach wohl

nicht weniger als eine halbe Meile im Durchmeſſer betragen können. Erwägen wir nun dieſen Umfang, ſo können wir nicht umhin, über die Schnelligkeit der Bewegung zu erſtaunen. Denn man nimmt an, daß ſie im Durchſchnitt über vierzig Meilen in der Secunde betragen habe.

Das zweyte Meteor, welches den vierten October drey und vierzig Minuten Abends nach ſechs Uhr erſchien, war weit kleiner, als das erſtere, und von einer viel kürzern Dauer. Anfangs bemerkte man es nach Norden zu als einen Feuerſtrohm, den gewöhnlichen Sternſchnuppen, die beträchtliche Größe ausgenommen, ähnlich. Unmittelbar darauf aber brach daſſelbe in iene auſſerordentlich helle blauliche Flamme aus, welche dergleichen Meteoren eigen iſt. Hinter ſich lies es einen dunkelrothen Feuerſtreif zurück, hatte übrigens aber keinen Schweif, ſondern war beynahe kugelrund. Nachdem es ſich mit dieſem hellen Lichte durch nicht weniger, als zehn Grade, bewegt hatte, verloſch es ohne irgend eine Exploſion plötzlich. Die Höhe des Meteors muß zwiſchen vierzig bis funfzig Meilen geweſen ſeyn, und ſeine Dauer betrug nicht mehr, als drey Secunden.

Blagden iſt der Meinung, daß die allgemeine Urſache dieſer Naturerſcheinungen keine andere, als Elektrizität ſey. Dieſe Behauptung ſtützt er auf folgende Umſtände.

Den erſten Grund nimmt er von der Schnelligkeit der Bewegung her, in welcher Rückſicht dieſelben mit keinem andern natürlichen Körper, als mit der Elektrizität überein ſtimmen.

Denn zweyten Grund findet er in den elektriſchen Erſcheinungen, welche dergleichen Meteore zu begleiten pflegen. Es ſind dies die leckenden Flammen; die aus denſelben ſpringenden Funken, welche zuweilen nach Art des Blitzſtrahles Schiffe und Häußer beſchädigt haben; endlich der ziſchende Laut, welcher dem Geräuſche der aus einem Leiter ſtröhmenden elektriſchen Flüßigkeit gleicht.

Als einen dritten Grund für dieſe Hypotheſe führt Blagden die Verbindung dieſer Meteore mit den Nordlichtern an. Es ſind Beyſpiele aufgezeichnet worden, wo

ſich Nordlichter verbunden und leuchtende Kugeln gebildet haben, welche ſich mit großer Schnelligkeit fort bewegten und ſogar wie Feuerkugeln einen Streif nach ſich zurück ließen. Das Nordlicht nimmt eine eben ſo hohe, wo nicht eine noch höhere Stelle über der Oberfläche der Erde an, wie man aus den ſehr entfernten Gegenden ſchließen kann, wo daſſelbe zu einer und derſelben Zeit ſichtbar geweſen iſt.

Viertens. Die merkwürdigſte Analogie iſt nach Blagdens Meinung der Lauf, welchen wenigſtens alle größern Meteore dieſer Art nehmen. Dieſer ſcheint immer ſeine Richtung von Norden, oder Nordweſten her zu nehmen. Von mehr als vierzig verſchiedenen Feuerkugeln, wovon ſich in den philoſophiſchen Tranſactionen Beſchreibungen finden, ſind zwanzig ſo beſchrieben, daß ſich nicht bezweifeln läßt, ihr Lauf habe dieſe Richtung genommen; nur drey bis vier ſcheinen ſich in der entgegen geſetzten Richtung bewegt zu haben, und was die übrigen anbelangt, ſo iſt ihr Weg, wegen der unvollkommenen Nachrichten, zweifelhaft.

Ungeachtet Blagden's ſcharfſinniger Gründe kann ich doch der Meinung, daß dieſe Erſcheinungen durchaus elektriſch ſeyen, für meine Perſon nicht beypflichten. Die Dauer der Feuerkugel, der ungleichförmige Zuſammenhang der Maſſe, und manche andere in der Erzählung angegebene Umſtände ſcheinen mir anzudeuten, daß die Materialien derſelben von einer minder lockern und vergänglichen Natur, als das elektriſche Feuer geweſen ſeyn mögen. Die Verbindung des Phoſphorus und des Waſſerſtoffs in der Atmoſphäre reicht vollkommen hin, die Entzündung von dergleichen flüchtigen Maſſen zu erkären, und ihre Farbe wird auf der Natur der Zuſammenſetzung beruhn, wie aus demjenigen erhellt, was ich oben über künſtliche Feuerwerke von entzündlicher Luft geſagt habe. *)

Es ſey mir erlaubt, noch ein Beyſpiel von Erſcheinungen dieſer Art anzuführen. Daſſelbe weicht in vielen Rück-

*). Man ſ. das fünfte Kapitel dieſes Buchs.

ſichten von den vorigen ab, und aus ſeiner Dauer ſowohl, als dem ſtarken Geruche, mit welchem die Exploſion deſſelben begleitet war, ſcheint ſich folgern zu laſſen, daß es nicht von Elektrizität hergerührt habe

Am Bord des Montague unter dem Commando des Admirals Chambers, in der Breite von 42° 48′ und der Länge von 9° 3′, den vierten November 1749, ungefehr zehn Minuten vor zwölf Uhr, wurde Chalmers, von welchem dieſe Nachricht herrührt, eben, als er eine aſtronomiſche Beobachtung anſtellte, von einem Quatiermeiſter gebethen, er möchte doch windwärts hinſehen. Als er das Auge dahin wendete, erblickte er eine große Kugel von blauem Feuer, welche ungefähr drey Meilen vom Schiffe entfernt war. Man ſtrich nun unmittelbar die Bramſegel, die Feuerkugel kam aber ſo ſchnell auf das Schiff zu, daß, ehe ſie noch das Schiff wenden konnten, ſie die Kugel faſt ſenkrecht aufſteigen, und nicht über vierzig bis funfzig Yards über dem Schiffe ſtehen ſahen, worauf ſie ſich mit einer eben ſo heftigen Exploſion entfernte, als ob hundert Kanonen auf einmal losgebrennt worden wären, und einen ſtarken Schwefelgeruch hinter ſich zurück lies. Durch dieſe Exploſion zerbrach die Stenge in Stücken, und der Mittelmaſt ſelbſt brach unten am Kiele ab. Fünf Leute wurden nieder geworfen, und einer davon war gar ſehr beſchädiget. Das Schiff erlitt noch manchen andern Schaden von weniger Bedeutung. Kurz vor der Exploſion ſchien die Feuerkugel die Größe eines anſehnlichen Mühlſteins zu beſitzen.

Die ſo genannte Sternſchnuppe iſt ein gemeines Phänomen. Ob aber gleich dieſe Meteore ſo oft beobachtet werden, ſo iſt man doch bis jezt wegen ihrer großen Entfernung, wegen ihres ſchnellen Verſchwindens, und wegen der gänzlichen Verzehrung aller ihrer Materialien *) nicht

*) Es iſt eine gemeine Meinung, daß die kleinen Maſſen, von weiſſer Gallerte, welche zuweilen auf freyem Felde gefunden werden, von den Sternſchnuppen herrühren. Man nennt da-

im Stande geweſen, ihren Urſprung auszumitteln. Indeſſen hat man Grund anzunehmen, daß ſie ihrem innern Weſen nach einerlei mit den größern Meteoren ſind, da ſie in den meiſten ihrer Eigenſchaften vollkommen mit jenen überein ſtimmen. Entſtehen alſo die größern Lufterſcheinungen aus einer Vermiſchung oder Vereinigung der entzündlichen Luft mit Phoſphorus oder irgend einer andern Subſtanz, ſo haben die Sternſchnuppen wahrſcheinlich eben den Urſprung. Wenn im Gegentheil die größern Meteore dieſer Art elektriſcher Natur ſind, ſo hat man eben ſo viel Grund anzunehmen, daß die kleinern aus derſelben Urſache entſpringen. In der That ſtellen einige Naturforſcher beyderley Phänomene als elektriſche Maſſen vor, welche ſich in einer ſolchen Entfernung befinden, daß ihre Winkelbewegung das Auge nicht hindern kann, ihre Form zu erkennen. Allein es giebt drey Gründe, welcher dieſer Hypotheſe im Wege ſtehen.

Erſtens. Die Höhe dieſer Meteore iſt oftmals beträchtlicher, als diejenige, bis zu welcher die Wolken ſich erheben; die Wolken ſind aber die gewöhnlichen atmoſphäriſchen Leiter der Elektrizität.

Zweytens. Sie rühren nicht von einer Wolke her, was bey den Blitzſtrahlen zu ſeyn pflegt.

Drittens. Man hört bey ihnen keinen Schall, welcher dem Donner gleiche, wenn ſie ſich zu zeigen anfangen. Bey den größern Meteoren hört man dann einen Schall, wenn die Maſſa ſich trennt, oder nach Art einer Rackete losgeht, und in dieſem Falle gleicht die Wirkung der Exploſion des Schiespulvers, oder eines andern verpuffenden Körpers.

Was die Natur und Zuſammenſetzung der Irrlichter anlangt, ſo finden hierüber weniger Widerſprüche ſtatt. Die

der auch dieſe Maſſe Sterngallerte. Allein dieſe Gallerte iſt nichts anders, als der Unrath der Reyher, der Rohrdommeln oder gewiſſer Kraniche, welche ſich von Waſſerthieren nähren, und beſondere Verdauungs-Werkzeuge beſitzen.

meiſten Naturforſcher kommen nämlich mit einander darin überein, daß dieſes Meteor von flüchtigen Dünſten phoſphoriſcher Art, und wahrſcheinlich von dem phoſphoriſchen Waſſerſtoff-Gas herrühre. Das Licht von faulenden Subſtanzen, *) beſonders von faulen Fiſchen, und die Funken, welche die See oder das Seewaſſer, wenn es im Dunkeln bewegt wird, von ſich geben, ſtimmen dem Anſchein nach mit dieſem Meteore überein.

Nach Iſaac Newton's Definition iſt das Irrlicht ein leuchtender Dunſt ohne Wärme. Gewöhnlich beobachtet man dieſe Meteore an feuchten Stellen, um Miſtſtätte herum, bey Begräbnißplätzen, und an andern Oertern, wo ſich viel phoſphoriſche Materie befindet.

Ein merkwürdiges Irrlicht beobachtete Derham auf einem ſumpfigen Boden zwiſchen zwey felſigen Hügeln. Es glückte ihm, ſich demſelben bis auf zwey oder drey Yards nähern zu können. Es bewegte ſich ſchnell und ſprungweiſe, um eine abgeſtorbene Diſtel herum, bis eine ſchwache Bewegung der Luft, welche, wie Derham glaubte, ſeine Annäherung veranlaßte, das Meteor nöthigte, einen andern Ort einzunehmen. Als er ſich demſelben wieder nähherte, flohe es vor ihm her. Er war nahe genug, um ſich zu überzeugen, daß es nicht das Leuchten eines Johanneskäfers oder eines andern Inſekts ſeyn konnte, es war vielmehr ein gleichförmiger Lichtkörper.

Beccaria führt zwey leuchtende Erſcheinungen an, welche in der Nachbarſchaft von Bologna häufig beobachtet wurden, und welche ein Licht von ſich gaben, das dem Feuer eines gewöhnlichen Reiſerbündels glich. Ihre Bewegungen waren ungleich. Denn bald erhoben ſie ſich, bald ſanken ſie auf den Erdboden, bald verſchwanden ſie gänzlich, wiewohl ſie ſich meiſtens gegen ſechs Fuß hoch über den Erdboden erhielten. An Größe und Geſtalt waren ſie verſchieden, und die Bildung eines jeden dieſer Meteore war ab-

*) Ueber dieſen Gegenſtand werde ich in der Folge beym Phoſphorus ausführlicher handeln.

wechſelnd, indem ſie zuweilen wie Wellen wegten und Feuerfunken von ſich gaben. Beccaria überzeugte ſich, daß es das ganze Jahr hindurch keine dunkle Nacht gab, wo ſie nicht zum Vorſchein kamen: auch hatte die Witterung auf ihre Erſcheinung nicht den geringſten Einfluß, es mochte nun kalt oder warm ſeyn, ſchneyen oder regnen. Die Erfahrung hat gelehrt, daß ſie ihre Farbe vom Rothen ins Gelbe verwandeln, und überhaupt ſchwächer werden, ſo wie ſich ihnen eine Perſon nähert. Sie verſchwanden gänzlich, wann der Beobachter ſehr nahe an ſie kam, und zeigten ſich in einiger Entfernung von neuem wieder.

Dr. Shaw beſchreibt gleichfalls ein beſondres Irrlicht, welches er in Paläſtina ſah. Zuweilen war es kugelförmig, oder hatte die Geſtalt der Flamme eines Lichtes, und unmittelbar darauf breitete es ſich dermaßen aus, daß es die ganze Geſellſchaft in ein blaſſes unſchädliches Licht einhüllte. Alsdann zog es ſich wieder zuſammen und verſchwand plötzlich. Aber in weniger, als einer Minute wurde es wieder ſichtbar, wie vorher, und bewegte ſich ſchnell von einer Stelle zur andern, oder breitete ſich über mehr, als drey Acker der benachbarten Berge aus. Die Atmoſphäre war zu dieſer Zeit, wie Shaw bemerkt, dick und neblicht.

Wir dürfen uns nicht wundern, daß in einem abergläubiſchen Zeitalter dergleichen Erſcheinungen alle übernatürlichen Kräften zugeſchrieben worden ſind. Es iſt eine der edelſten Zwecke der Naturlehrer, den menſchlichen Geiſt von den Banden eingebildeter Schreckniſſe zu befreyen, die Mittel und Wege zu erklären, wie die göttliche Vorſehung ſich der mannigfaltigen Kräfte der Natur bedient, unſere Gedanken zu der einzigen erſten Urſache zu erheben, mit einem Worte uns zu lehren, daß Gott in Allem und alle in Gott ſind.

Dreyzehntes Kapitel.

Von den Wetterprophezeihungen.

Unvollkommener Zuſtand dieſes Theils der Naturlehre. — Vorausſagungen der Witterung aus dem vorher gegangenen Zuſtande der Jahreszeit. — Aus den wellenförmigen Bewegungen der Atmoſphäre. — Aus dem Barometer. - Aus den Nebeln. — Aus den Wolken. — Aus den Ausſichten. — Aus dem Thaue. — Aus der Farbe der Luft. — Aus dem Monde. — Aus dem Winde. — Anmerkungen über Waſſer und Holz. —

Eine methodiſche Anordnung meteorologiſcher Erſcheinungen, welche uns zuverläßigere Wettervorherſagungen an die Hand gäbe, macht in der Maſſe nützlicher Kenntniſſe noch eine bedeutende Lücke aus. Daß die Phyſiker bereits keine geringe Kenntniß von der Natur der Wärme, des Waſſers und der Luft beſitzen, zeigen ihre zahlreichen und ſcharfſinnigen Verſuche hinlänglich. Aber wenn dieſe drey Elemente in einem zuſammengeſetzten Zuſtande um unſre Erdkugel herum ſchwimmen, und alle jenen verſchiedenen Bewegungen und Verbindungen erzeugen, welche unter dem allgemeinen Nahmen des Wetters bekannt ſind, alsdann ſcheinen ihre Kenntniſſe ohne Syſtem, ohne Gewißheit, ja was dem eigentlichen Entzwecke der ächten Naturlehre ganz entgegengeſetzt iſt, beynahe ohne Nutzen zu ſeyn.

Aus der Verbindung der Luft und des Waſſers mit Wärme, ſo wie aus dem Kreislaufe und der Zerſetzung dieſer Subſtanzen entſpringt jene Mannigfaltigkeit des Wetters, deren die Amoſphäre aller Länder, und beſonders der Inſeln ſo ſehr empfänglich iſt. Es iſt allgemein bekannt, daß das Waſſer aus der Oberfläche der Erde unter der Geſtalt lockerer, unſichtbarer, ausgedehnter Dünſte aufſteigt;

daß es, nachdem es ſich in der Luft zerſtreut hat, und in derſelben einige Zeit lang in Dunſtgeſtalt geblieben iſt, ſich hernachmals in Nebel und Wolken verdichtet, und daß es endlich, nachdem es in Tropfen geſammelt worden, als Regen, Hagel oder Schnee auf die Erde, wovon es ſich Anfangs erhob, wieder herabſteigt, um daſelbſt von neuem zu verdünſten, und den Kreislauf durch die Atmoſphäre zu erneuern.

Einfluß auf die Atmoſphäre äuſſern die Abänderungen ihrer Dichte, die Feuchtigkeit derſelben, die Niederſchlagung der wäſſerigen Theilchen unter der Form von Regentropfen, der Wind, die Kraft der Elektricität, endlich die Wirkſamkeit der Wärme und Kälte, die in dem vorhergehenden Kapitel ſchon bemerkt worden iſt.

Obgleich die Wiſſenſchaft der Wettervorherſagungen zu unſern Zeiten noch ſehr mangelhaft und ſchwankend iſt, weil man nun erſt ſeit kurzem angefangen hat, über die Veränderungen des Wetters genaue Beobachtungen zu ſammeln, ſo berechtigen uns doch de Luc's, de Sauſſur's, Marſhalls und Kirwans Schriften, für die Zukunft mehrere Fortſchritte in dergleichen Unterſuchungen zu erwarten. Schwerlich aber darf man annehmen, daß in dem gegenwärtigen Zuſtande der Wiſſenſchaft ihre Beobachtungen hinreichen, eine vollkommene Theorie zu entwerfen, ehe noch die Beobachtungen der künftigen Zeiten hinzu kommen. Zur Erreichung dieſes heilſamen Entzwecks iſt es nöthig, über die verſchiedenen Zeichen der Witterung ſo viele Beobachtungen als nur immer möglich iſt, zu ſammeln, weil nur durch die Verbindung und Gegeneinanderſtellung derſelben die hier noch obwaltende Dunkelheit gehoben werden kann.

Die hauptſächlichſten Mittel, die Veränderungen der Witterung, beſonders in Beziehung auf Regen oder Trokkenheit vorher zu ſagen, ſind folgende ſieben. Erſtens der vorhergegangene Zuſtand des Wetters; zweytens die wellenförmigen Bewegungen der atmoſphäriſchen Luft; drittens das Barometer; viertens das Anſehen der Wolken; fünftens die Farbe des Himmels; ſechstens der Wind; ſiebentens endlich der Mond.

I. Da die Urſachen einer jeden Veränderung des Wetters einige Zeit vor ihrer Wirkung vorher gegangen ſeyn müſſen, ſo ſetzt uns die Aufmerkſamkeit auf die vorher gegangene Beſchaffenheit des Wetters meiſtens in den Stand, mit vieler Genauigkeit voraus beſtimmen zu können, was man für Wetter für die Zukunft zu erwarten habe. So hat Kirwan aus einer Reihe von Beobachtungen, welche ſeit dem Jahre 1677 bis zum Jahre 1789 angeſtellt worden waren, folgende Regeln feſtgeſetzt.

Erſtens wenn vor oder nach der Frühlings-Nachtgleiche kein Sturm geweſen iſt, ſo iſt der darauf folgende Sommer meiſtens trocken, wenigſtens fünf Mal unter ſechs Malen.

Zweytens ereignet ſich ein Sturm von Oſten her den neunzehnten, zwanzigſten oder ein und zwanzigſten März, ſo iſt der darauf folgende Sommer trocken, und zwar unter fünf Malen vier Mal.

Drittens wenn ein Sturm den fünf und zwanzigſten, ſechs und zwanzigſten oder ſieben und zwanzigſten März, aber nicht vorher, entſteht, die Weltgegend, woher er komme, mag ſeyn, welche ſie immer wolle, ſo iſt der darauf folgende Sommer meiſtens trocken, und zwar unter fünf Malen vier Male.

Viertens entſteht ein Sturm aus Südweſt oder Weſtſüdweſt den neunzehnten, zwanzigſten oder zwey und zwanzigſten, ſo iſt der darauf folgende Sommer mehrentheils feucht, und zwar unter ſechs Malen fünf Male.

Kirwan ſetzt hinzu, daß es im März weniger, als im November, und zwar in dem Verhältniſſe von 7 : 12 regnet. Es regnet meiſtens weniger im April, als im Oktober, im Verhältniſſe von 1 : 2; weniger im May, als im September, im Verhälniſſe vom 3 : 4. Regnet es im May ſtark, ſo fällt meiſtens im September nur wenig Regen und umgekehrt. Eine Woche heißt naß, wenn ſie vier oder mehrere Regentage enthält; ein Monat, wenn ſich drey naſſe Wochen in ihm befinden, und eine Jahrszeit oder ein Vierteljahr, wenn zwey naſſe Monate hinein fallen. Kirwan

wan nennt denjenigen Tag naß, wo in dem Umfange eines Quadratfußes bis auf ein Pfund Troygewicht Regen fällt.

In einem jeden gegebenen Jahre ſteht die Wahrſcheinlichkeit eines trocknen Frühlings in dem Verhältniſſe von 22 : 6 naſſen, und zu 13 veränderlichen. Die Wahrſcheinlichkeit eines naſſen Sommers ſteht in dem Verhältniſſe von 20 : 16 trockenen, und zu 5 veränderlichen. Die Wahrſcheinlichkeit eines veränderlichen Herbſtes ſteht in dem Verhältniſſe von 19 : 11 feuchten oder trocknen; das heißt, in 41 Jahren iſt der Frühling 22 Jahre trocken u. ſ. w. und ſo fort verhältnißmäſig *).

II. Unter den verſchiedenen Mitteln, das Wetter vorher zu ſagen, welche der verſtorbene Adams angegeben hat **), ſcheint ſeiner Meinung nach eines der wichtigſten jene wellenförmige Bewegung oder tägliche Erſchütterung der Luft zu ſeyn, welche durch die Wärme der Sonnenſtrahlen unterhalten wird. Die von der Oberfläche der Erde durch die Sonnenhitze in die Höhe gezogene Feuchtigkeit wird in der Atmoſphäre vermittelſt der Wärme derſelben, und der gedachten Bewegung der Luft unterhalten. Obgleich dieſe Bewegung dem unbewaffneten Auge nicht immer ſichtbar iſt, ſo wird ſie doch, wenn man ihnen mit einem guten Teleſkope zu Hülfe kommt, in einem hohen Grade deutlich. Ein jeder Gegenſtand erſcheint dann in einer heftigen Bewegung und die Gränzlinie des ſcheinbaren Horizonts, welche ſonſt deutlich und beſtimmt erſcheinen würde, wogt hin und her, wie ein vom Winde bewegtes Kornfeld, oder wie die Oberfläche der See bey einem friſchen Winde. So lange dieſe wellenförmigen Bewegungen in der Luft fortdauren, erhalten ſich die Dünſte in derſelben; wenn aber die Sonne den Horizont verläßt, und das Wogen der Atmoſphäre aufhört, ſo verdichten ſich jene wäſſerigen Theilchen, fallen während der Nacht auf den Erdboden herab, und nehmen des Morgens die Geſtalt des Thaues an.

III. Die gröſte Bereicherung, welche jemals die Naturlehre in Rückſicht auf die Beſtimmung der Veränderung

*) Man ſ. die Memoirs of the royal Irish academy Vol. V.

**) Man ſ. *Adams* diſſertation on the barometer.

des Wetters erhalten hat, ſcheint mir die Entdeckung des Barometers zu ſeyn. Die Beſchaffenheit und den Gebrauch dieſes Inſtruments habe ich ſchon oben beſchrieben *). Es iſt offenbar, daß, wenn das Queckſilber in der Röhre ſteigt, der Druck, das Gewicht oder die Dichte der atmoſphäriſchen Luft zugenommen haben müſſe. Allein das Verhältniß, welches zwiſchen dieſem Drucke und der Veränderung des Wetters Statt findet, die zuweilen erſt zehn bis zwölf Stunden darauf eintritt, iſt noch zu erklären übrig.

Der Druck der Luft auf den Behälter des Barometers rührt überhaupt von ihrem Gewichte und zuweilen von ihrer Elaſticität her. Es iſt bewieſen worden, daß dieſe zwey Eigenſchaften der Luft zuweilen ſich abändern, und folglich muß auch der Druck, welchen ſie hervorbringen, Abänderungen unterworfen ſeyn. So oft die Luft eine große Menge Waſſer auflöst, nimmt ihre ſpecifiſche Schwere zu; die Luftſäule, welche auf dem Behälter des Barometers liegt, wird ſchwerer, und das Queckſilber ſteigt. Iſt die Auflöſung nicht vollkommen, ſo verliehrt die Luft ihre Durchſichtigkeit. Daher erzeugt ſich eine Art Nebel, welche meiſtens das Queckſilber in dem Barometer zum Steigen bringt. Iſt hingegen die Auflöſung vollſtändig, ſo iſt auch die Luft völlig durchſichtig, und es entſteht wieder ſchönes Wetter, wie das Queckſilber im Barometer durch ſein Steigen vorher ſagte. Während daß gewiſſe Urſachen dieſes aufgelöste Waſſer beſtimmen, in die niedere Region der Atmoſphäre herabzuſteigen, ſo gelangt, ehe noch daſſelbe hinlänglich verdichtet worden iſt, um ſich regelmäſig in Regentropfen zu bilden, ein Theil deſſelben auf die Oberfläche der Erde. Zum Beweiſe dient die Beobachtung, daß, wenn Regenwetter eintreten will, alle dem Waſſer undurchdringlichen Körper, z. B. eiſerne Stangen, harte Steine u. ſ. w feucht oder naß geſunden werden. Die Luftſäule, welche auf den Behälter des Barometers ausdrückt, wird daher wegen des Verluſtes des ſchon auf die Oberfläche der Erde herab gekommenen Waſſers leichter. Daher fällt nun das Barometer und verkündigt den

*) Man ſ. das neunte Kapitel in dieſem Buche.

Regen, welcher kurze Zeit darauf wirklich erfolgt, indem er durch das übrige Waſſer gebildet wird, welches Zeit gehabt hat, in regelmäſige Tropfen zuſammen zu gehen *).

Es iſt nicht zu läugnen, daß es einige Erſcheinungen giebt, welche dieſer Erklärung zu widerſprechen ſcheinen. Zuweilen trägt es ſich zu, daß das Barometer ſogar während des Regens ſteigt, indeß ſich die Luft des Waſſers, welches dieſelbe aufgelöst enthielt, immer noch entladet. So geſchieht es auch oftmals, beſonders zur Winterszeit, daß ganze Monate hindurch, ſo oft das Queckſilber in dem Barometer ſteigt, der Regen anhält, und hingegen, ſo oft daſſelbe fällt, ſchönes Wetter wieder eintritt. Inzwiſchen laſſen ſich auch dieſe Erſcheinungen mit den obgedachten vereinigen. Wir haben bereits erinnert, daß die große Menge Waſſer, welche in der Luft aufgelöst wird, das Gewicht derſelben vermehrt. Wenn folglich während dem Regen eine neue Auflöſung von Waſſer auf irgend eine Weiſe in größerer Menge erfolgt, als die Menge des herabfallenden Waſſers beträgt (und dies kann bekanntlich aus mancherley Urſachen entſtehen), ſo muß das Barometer ſteigen. Bleibt das ſo aufgelöste Waſſer in der niedern Luftregion, ſo zeigt dieſes Steigen des Barometers einen neuen Regen an, welcher ſich denn auch in ſolchen Fällen oftmals ereignet. Kurz, wenn die Luft eine große Menge Waſſer auflöst, und zu gleicher Zeit Kälte, oder irgend eine andere Urſache dieſes Waſſer verhindert, ſich gänzlich aufzulöſen, und bis zu einer großen Höhe aufzuſteigen, ſo vermehrt daſſelbe verhältnißmäſig das Gewicht der Luft, und bringt das Barometer zum Steigen; und mittlerweile iſt es geneigt, ſich in Tropfen zu ſammlen, und als Regen herabzufallen, der in kurzer Zeit darauf wirklich eintritt. Während daß dieſer Regen zu fallen anhält, muß die Luft, wenn keine neue Auflöſung vorgeht, leichter werden; das Barometer fällt nunmehr, und, ungeachtet dieſes Umſtandes, verkündigt daſſelbe ſchönes Wetter, welches zu Folge dieſer Regel nicht ausbleiben kann. Dasjenige Verhältniß, welches zwiſchen

*) Man ſ. *Briſſon* a. a. O. Vol. I.

der Schwere der Luft und der Veränderung des Wetters obwaltet, läßt ſich auf dieſe Weiſe nach den Umſtänden befriedigend erklären. Schönes Wetter kann, obgleich das Gewicht der Luft vermindert worden iſt, dennoch eintreten, wenn ſich irgend eine andre elaſtiſche Flüßigkeit, welche leichter als die Luft iſt, mit derſelben vermiſcht, ohne ihrer Durchſichtigkeit Eintrag zu thun. Mit einem Worte, die Elaſticität der Luft, deren Stärke ſich nach verſchiedenen Umſtänden abändern kann, trägt immer dazu bey, den Druck der Luft zu modificiren. Dieſe Elaſticität wirkt zuweilen in Verbindung mit der Schwere, ſo daß ſie die Wirkung derſelben vermehrt; zu andern Zeiten wirkt ſie in der entgegengeſetzten Richtung, und kann folglich den Zuwachs der Schwere vermindern, oder ihm ſogar das Gleichgewicht halten. Es folgt hieraus, daß ſchönes oder ſchlimmes Wetter fortdauren kann, das Queckſilber mag im Barometer ſo hoch ſtehen, als es nur immer will; und deſſen ungeachtet behält die Erklärung, welche ich von dieſer Thatſache oben gegeben habe, immer noch ihre volle Kraft.

Inzwiſchen iſt in dergleichen Fällen die Beobachtung der Theorie immer vorzuziehen. Lange Zeit fortgeſetzte und mit Aufmerkſamkeit angeſtellte Beobachtungen, und die ſorgfältigſte Vergleichung der Beobachtungen andrer Naturforſcher haben **Adams** in den Stand geſetzt, folgende Grundſätze in ſeiner brauchbaren Abhandlung über dieſes Inſtrument feſtzuſetzen.

Erſtens. Meiſtens trägt es ſich zu, daß, wenn das Queckſilber in der Röhre, wegen der vermehrten Leichtigkeit der Luft, fällt, die Luft ihre Dünſte fallen läßt und Regen erzeugt. Steigt hingegen das Queckſilber wegen vermehrter Schwere der Luft, ſo werden die Dünſte von der Luft erhalten, und ſchönes Wetter iſt davon die Folge.

Zweytens. Wenn das Queckſilber bey kaltem Wetter fällt, ſo kann man entweder Schnee, oder Thauwetter erwarten. Steigt es hingegen im Winter bey Nord- oder Oſtwind, ſo kündigt es meiſtens einen Froſt an.

Drittens. Es iſt nothwendig, auf den Fortgang des Steigens und Fallens Acht zu geben. Wenn z. B. das

Queckſilber langſam ſinkt, ſo kann man erwarten, daß der Regen einige Zeit anhalten werde. Auf dieſelbe Weiſe können wir, wenn das Queckſilber allmählig ſteigt, mit Grund voraus ſehen, daß das ſchöne Wetter von Dauer ſeyn werde.

Viertens. Wenn das Barometer ſchwankt, d. h. plötzlich ſteigt und fällt, ſo kann man erwarten, daß das Wetter eben ſo, wie der Barometerſtand veränderlich ſeyn werde.

Fünftens. Wenn das Barometer ſehr tief fällt, ſo iſt viel Regen zu erwarten.

Sechstens. Iſt aber ſein Fall tief und plötzlich, ſo folgt darauf oftmals ein ſtarker Wind.

Siebentens. Ereignet ſich ein auſſerordentliches Fallen des Queckſilbers, ohne daß eine merkwürdige Veränderung in der Nähe Statt fände, ſo kann man einen Sturm in der Entfernung vermuthen.

Achtens. Das Fallen des Barometers deutet zuweilen blos auf Wind; auch iſt das Steigen deſſelben nicht immer eine zuverläßige Vorbedeutung von ſchönem Wetter, beſonders wenn der Wind nördlich oder öſtlich iſt.

Neuntens. Ein NOWind bringt meiſtens das Barometer in England zum Steigen und bey einem SWWinde iſt der Barometerſtand daſelbſt meiſtens am niedrigſten.

Wenn bey neblichtem Wetter die Luft durch die Wirkung der Sonne allein heiſſer wird, ſo zerſtreut ſich meiſtens der Nebel und die Luft wird heiſſer. Wenn aber das Barometer fällt, und die Veränderung der Temperatur von einem Süd- oder Südweſtwinde herrührt, ſo ſteigt der Nebel und bildet ſich in Wolken, und ſein Aufſteigen iſt meiſtens ein Vorbothe von Regen.

„Wir haben, ſagt Adams *), gegenwärtig keine „aus Beobachtungen hergeleiteten zuverläßigen Thatſachen, „welche uns in den Stand ſetzen könnten, über die Nebel „und ihre Verbindung mit Regenwetter ſichre Schlüſſe zu „machen".

Wenn zu Winterszeit die Kälte ſchnell abnimmt, ſo kann

*) A. a. O.

man Regen erwarten. Im Sommer kündigt eine ſchnelle Zunahme der Hitze Regenwetter an.

IV. Verſchiedene wahrſagende Zeichen des Wetters laſſen ſich aus den mancherley Erſcheinungen der Wolken herleiten. Wenn die Wolken ſich plötzlich in Luft aufzulöſen ſcheinen und unſichtbar werden, ſo kann man dieſes als eine ſtarke Vorbedeutung von ſchönem Wetter anſehen. Wenn ſie im Gegentheil aus der ſie umgebenden Luft in Maſſen zuſammen zu treten und an Dichte und Größe zuzunehmen ſcheinen, ſo hat man Grund Regenwetter zu erwarten.

Wenn ſich ein ſtarker Regen nähert, ſo wird eine jede Wolke größer, als die vorher gegangene, beſonders wenn ein Donnerwetter in der Nähe iſt, da ſich kleine Bruchſtücke von Wolken zuſammenhäufen, und in kurzer Zeit den ganzen Himmel bedecken. Nach dieſer Regel ſagen die Fiſcher oftmals einen Sturm vorher, wenn ſie auf der See am ſcheinbarem Horizonte einen kleinen Punkt von einer Wolke erblicken.

Wenn die Wolken das Anſehen von Wollflocken (Schäfchen) haben, d. h. nach der Mitte zu dicht und dunkel, und an den Rändern weiß, und mit einem hellblauen Himmel umgeben ſind, ſo kann man entweder heftige Regen und Hagelſchauer oder Schnee erwarten.

Jones ſagt in ſeinen phyſiſchen Unterſuchungen (Philoſophic. Disquiſitions), er habe einen ſtarken Wind, zu Folge der Beſchaffenheit einer einzelnen Wolke mit weiſſen Rändern und dunkeln aus derſelben divergirenden Linien, vierzig Stunden vor ſeinem wirklichen Anfange vorher geſagt. In der That erfolgte auch ein großer Sturm darauf, welcher zwey Tage und zwey Nächte lang anhielt.

Wenn die Wolken, ſo wie ſie ſich uns nähern, aus einem Punkte in dem Horizonte zu divergiren ſcheinen, ſo darf man einen Wind entweder aus dieſer oder der entgegengeſetzten Gegend vorher ſagen.

Iſt der Himmel oben mit Wolken bedeckt, und kleine ſchwarze Bruchſtücke von Wolken wie Rauch ſchwimmen unten herum, ſo nähert ſich meiſtens Regen, welcher oftmals von Dauer iſt.

Das zuverläßigſte Zeichen von Regenwetter ſind zwey verſchiedene Wolkenſtröhme, beſonders wenn der untere Strohm ſich ſchnell vor dem Winde herbewegt. Wenn zwey ſolche Ströhme ſich bey heiſſem Wetter zeigen, ſo verkündigen ſie ein Donnerwetter.

Die Einwohner der Alpen pflegen, wenn ſie entfernte Gegenſtände deutlich und ſcharf begränzt erblicken, und wenn der Himmel ein dunkelblaues Anſehen hat, dies für eine ſichere Vorbedeutung für Regen zu halten, wenn auch ſonſt kein andres Zeichen von bevorſtehendem Regenwetter ſichtlich iſt. Gewiß iſt die blaue Farbe des Himmels in einem jeden Lande eine Folge von einer Menge Dünſte, welche zu dieſer Zeit in der Luft gleichförmig vertheilt ſind.

In Rückſicht des Thaues bemerkt Adams, daß, wenn er ſich nach einem ſchönen Tage häufig auf dem Graſe zeigt, ein zweyter ſchöner Tag erwartet werden könne; findet ſich hingegen nach einem ſo ſchönen Tage kein Thau auf dem Erdboden, und wehet zugleich kein Wind, ſo iſt dieſes ein Zeichen, daß die Dünſte aufwärts ſteigen, und daß ſich dieſelben oben in der Luft anhäufen, worauf nothwendig ein Regen erfolgen muß. Wenn ſich zu einer ungewöhnlichen Jahreszeit ein Thau oder Reif einfindet, und zugleich das Barometer niedrig ſteht, ſo iſt dies meiſtens ein Zeichen von Regen.

V. Da der Himmel den Zuſtand der Dünſte in der Atmoſphäre anzeigt, ſo kann man die Farbe deſſelben als einen Wetteranzeiger betrachten.

Wenn die Dünſte, welche des Abends roth ausſehen, ſich zerſtreuen, ſo wird der Himmel an dem darauf folgenden Morgen meiſtens heiter. Wenn ſie hingegen in der Atmoſphäre zu ſchwimmen fortfahren, ſo wird der Himmel des Morgens gleichfalls roth und es erfolgt häufig Regen darauf.

Wenn ſich eine trübe Röthe vom Horizonte aufwärts häufig verbreitet, es mag nun des Morgens oder des Abends geſchehen, ſo folgt darauf häufig entweder Regen oder Wind, zuweilen beydes zuſammen.

Wenn ſich am Himmel eine Röthe nach dem Scheitelpunkte zu des Abends verbreitet, ſo kann man erwarten, daß ſich ein Weſt- oder Südweſtwind erheben, und derſelbe

mit vielem Regen begleitet ſeyn werde. Eines der gewiſſeſten Zeichen von ſchönem Wetter iſt vielleicht die Höhe des Himmelsgewölbes.

Da die Lichtſtrahlen, welche von der Sonne, dem Monde oder den Sternen nach der Erde kommen, ohne Zweifel in Rückſicht ihrer Farbe durch die Beſchaffenheit ihrer Dünſte, durch welche ſie hindurch gehen, modifizirt werden, ſo kann man dieſe Farben als Anzeigen der Menge und Natur dieſer Dünſte betrachten.

Wenn die Wolken nach Oſten zu um Sonnenaufgang eine lebhafte, oraniengelbe Farbe haben, ſo hält man dieſes gewöhnlich und nicht ohne Grund für ein Zeichen des bevorſtehenden Regens.

VI Der erſte römiſche Dichter, welcher zugleich kein übler Naturkundiger war, Virgil, bemerkt, daß ein blaſſer Mond ein Zeichen von Regen ſey; daß ein rother Wind verkündige; und daß, wenn der Mond ſeine natürliche weiße Farbe habe, und der Himmel heiter ſey, dies auf ſchönes Wetter deute.

Jones ſagt in ſeinen phyſiologiſchen Unterſuchungen, daß, wenn es eine Mondsphaſe hindurch regne, der zunächſt darauf folgende Mondswechſel wahrſcheinlich einige wenige Tage lang, helles Wetter hervorbringe, worauf es wieder zu regnen fortfahre; im Gegentheile wenn es die gedachte Zeit über ſchönes Wetter geweſen, und es dann bey dem Mondswechſel regne, ſo werde das ſchöne Wetter wahrſcheinlich um den vierten oder fünften Tag der nächſten Mondsphaſe wieder hergeſtellt, und daure dann, wie zuvor, fort. Jones verſchafft dieſer Beobachtung ein bedeutendes Gewicht, indem er behauptet, er habe nach dieſen Wetterprophezeyungen zwanzig Jahre lang ſeine Heuerndte beſorgt, ohne daß das Heu auch nur ein einziges Mal durch Regen gelitten hätte. Indeſſen kann ich nicht läugnen, daß der Grund dieſer Thatſache mir nicht einleuchten will. Ich muß mich daher in Rückſicht ihrer blos auf Jones berufen, und überlaſſe es künftigen Beobachtern, ſie durch genaue Beobachtungen zu beſtätigen und zu widerlegen.

VII. Ein pfeifender, heulender Wind iſt allgemein für einen beinahe untrüglichen Vorbothen des Regens gehalten worden.

Adams hat uns in der oben angeführten Abhandlung einige nützliche Beobachtungen über warmes und kaltes Wetter mitgetheilt. Lebendige Pflanzen, ſagt er, beſitzen ein beträchtliches Vermögen, einen Himmelsſtrich zu verändern und auf das Wetter zu wirken. Waldige Gegenden ſind viel kälter, als diejenigen, welche keine Waldungen haben und angebaut werden Als ein Beweis dieſer Hypotheſe wird gewöhnlich Guiana angeführt, wovon ſeit dem Anfange dieſes Jahrhunderts nur ein Theil ausgeholzt worden iſt. In dieſem Theile iſt dadurch die Hitze bereits unerträglich geworden; da hingegen in den waldigen Theilen deſſelben Landes die Einwohner ſich genöthigt ſehen, alle Nächte ein Feuer anzuzünden.

Es iſt ferner mit Grund bemerkt worden, daß das Waſſer in waldigen Gegenden ſich in vorzüglichem Ueberfluße befindet; daß die reinſten Quellen meiſtens unter dem freundlichen Schatten eines Haynes angetroffen werden; und daß in eben dem Verhältniſſe, wie man die Waldländer ausholzt, auch der Waſſervorrath darin abnimmt.

Hieraus kann man ſchließen, daß man die Bäume um diejenigen Stellen, wo Quellen entſpringen, unterhalten müſſe, wenn an der Erhaltung der Quellen ſelbſt gelegen iſt. Eben ſo laſſen ſich ſchwache Quellen verſtärken, wenn man um ſie herum Bäume und beſonders Eichen anpflanzt.

Endlich läßt ſich hieraus noch der richtige Schluß ziehen, daß in unſerm Himmelsſtriche, wo die Kälte zuverläßig vorwaltet, waldige Lagen gewiß nicht geſund ſeyn können, und daß, beſonders nahe bey Wohnhäuſern, der Erdboden frey und ohne Waldung ſeyn müſſe.

Vierzehntes Kapitel.
Von der Aeroſtatik.

Geſchichte der Aeroſtatik. — Entdeckung der Luftbälle durch Montgolfier. — Erſter Luftball, welcher zu Annonay ſtieg. — Luftball, mit entzündbarem Gas gefüllt, welcher zu Paris ſtieg. — Pilatre de Rozier ſteigt in einem Luftballe in die Höhe. — Der erſte Luftballon in England. — Auf-

ſteigen des Herrn Lunardi. — Reiſe von Blanchard und Dr. Jeffries über den Canal. — Unglückliches Ende von de Rozier und Romain. — Baldwin's Beſchreibung der Ausſicht von einem Luftballe herab. — Grundſätze der Aeroſtatik. — Arten, die Luftbälle zu füllen. — Gebrauch, den man von ihnen gemacht hat.

Wenn ſich die Grundſätze der Naturlehre blos auf die Theorie einſchränken, ſo können ſie nur die wenigen Naturforſcher vergnügen und unterrichten, ohne weder die Aufmerkſamkeit, noch die Bewunderung des großen Haufens zu erregen. Allein laſſen ſich die Theorien praktiſch anwenden, und durch Verſuche erläutern, ſo gewinnen ſie dann ein allgemeineres Intereſſe, und feſſeln die Aufmerkſamkeit auch der am wenigſten unterrichteten Perſonen. Die Grundſätze, auf welchen die Verfertigung der Luftbälle beruht, können mit zu den angenehmen Speculationen eines Boyle oder eines Newton's gehört haben. Aber der wirklichen Verfertigung dieſer Luftmaſchinen war es vorbehalten, die Neugier des gegenwärtigen Zeitalters zu wecken und ſein Erſtaunen zu erregen *).

Heinrich Cavendiſh machte im Jahre 1766 die Entdeckung, daß entzündliche Luft wenigſtens ſieben Mal leichter, als gemeine atmoſphäriſche Luft ſey. Bald darauf kam Doktor Black auf den Gedanken, daß, wenn eine hinlänglich leichte und dünne Blaſe mit dieſer Luft angefüllt werde, dieſelbe, weil die Maſſe ſpecifiſch leichter ſey, als derſelbe Umfang von gemeiner atmoſphäriſcher Luft, in der letztern Flüßigkeit nothwendig aufſteigen müſſe. Einige Jahre darauf ſtellte Cavallo hierüber Verſuche an, und ihm gebührt die Ehre, Blacks Gedanken in einem Aufſatze, welcher der königlichen Geſellſchaft der Wiſſenſchaften den zwanzigſten Junius 1782 vorgeleſen wurde, zuerſt öffentlich bekannt zu machen. Er fand, daß die dünneſten Blaſen zu ſchwer waren, und daß chineſiſches Papier von der entzündlichen Luft durchdrungen wurde. Daher ſchränkte er ſich darauf ein, Seifenblaſen mit entzündlicher Luft zu füllen, welche an die Decke des Zimmers ſchnell aufſtiegen und daſelbſt zerplaz-

*) Boyle und Newton hatten gewiß von den allgemeinen Eigenſchaften der Luft ſo viel Kenntniſſe, um zu wiſſen, daß Rauch und erhitzte Luft in die Höhe ſteigen; und bey der Betrachtung der über die Luft gemachten Entdeckungen habe ich bereits erinnert, daß van Helmont, ein Schüler des Paracelſus, den Nahmen, gas ſylveſtre, derjenigen Luftart gab, welche aus irdiſchen Körpern vermittelſt der Gährung entbunden wird u. ſ. w.

zen. Dies kann man alſo die erſten mit entzündlicher Luft gefüllten Ballons nennen, womit Verſuche angeſtellt worden ſind.

Indeß man auf dieſe Weiſe in England auf dem Punkte ſtand, die Luftſchiffart zu entdecken, machten ſich Stephan und Joſeph, Gebrüder Montgolfier, Papiermacher zu Annonay in Frankreich, dadurch berühmt, daß ſie eine äroſtatiſche Maſchine von beträchtlicher Größe verfertigten *).

Nach verſchiedenen kleinern Verſuchen wurde ein großer zu Annonay den 5. Jun. 1783. vor vielen Zuſchauern angeſtellt. Eine zuſammengefallene Kugel wurde an einer 35 Fuß hohen Stange aufgehenkt; unter der Oefnung brennte man unten Stroh und klein geſchnittene Wolle an. Der Dampf oder vielmehr der Rauch blies die Kugel bald dermaſſen auf, daß dieſelbe ſich nach allen Richtungen ausdehnte. Dieſe ungeheure Maſſe ſtieg nun mit ſolcher Schnelligkeit in die Luft auf, daß ſie in weniger als zehn Minuten eine Höhe von 6000 Fuß erreichte. Sie bewegte ſich hierauf in einer horizontalen Richtung durch einen Raum von 7668 Fuß, und ſenkte ſich hernach allmählig auf den Erdboden herab.

Die wahre Urſache des Aufſteigens dieſer Maſchinen beſteht darin, daß die Luft innerhalb derſelben vermittelſt der Hitze verdünnt und ausgedehnt wird.

Sobald als die Naturforſcher in Paris von dieſen Verſuchen Nachricht erhielten, fiel es ihnen ein, daß, da das Gewicht der entzündlichen Luft nicht mehr, als den achten oder zehnten Theil vom Gewichte der gemeinen atmoſphäriſchen Luft ausmache, ſich mit dieſer leichten Luft ein Ball anfüllen laſſen werde, welcher alle Dienſte der Montgolfieriſchen Maſchinen leiſten, und auſſerdem noch manche Vorzüge haben werde. Sie verfertigten eine Kugel von Taſſent, welche durch einen Firniß vom elaſtiſchen Gummi, das man in Geiſtern oder weſentlichen Oelen auflöſete, für die eingeſchloſſene Luft undurchdringlich gemacht worden war. Den drey und zwanzigſten Auguſt 1783 fiengen ſie an, eine dreyzehn Fuß im Durchmeſſer betragende Kugel mit entzündlicher Luft zu füllen. Den ſieben und zwanzigſten deſſelben Monats brachte man ſie auf das Marsfeld, und nachdem man ſie von den Säulen abgelöſet hatte, ſo ſtieg ſie in zwey Minuten bis zu einer Höhe von 3123 Fuß. Als ſich dieſer Ball erhob, betrug ſein Gewicht fünf und dreyſig Pfund weniger, als derſelbe Umfang von atmoſphäriſcher Luft.

Die erſte Perſon, welche in einer ſolchen Maſchine in die Atmo-

*) Der Grundſatz, auf welchem die Einrichtung der montgolfieriſchen Luftbälle beruhte, war die Verdünnung der atmoſphäriſchen Luft durch die Hitze, wodurch die Luft ausgedehnt wurde, und dann ein Beſtreben äuſſerte in der Atmoſphäre aufzuſteigen. Wie bey manchen andern phyſiſchen Verſuchen, ſo hat auch bey dieſem Verſuche der Gebrüder Montgolfier der Zufall auf den rechten Weg geholfen, und ſie hatten Beurtheilungskraft genug, von einer zufälligen Entdeckung die rechte Anwendung zu machen.

ſphäre aufſtieg, war Pilatre de Rozier. Den fünfzehnten Oktober 1783 ſtieg dieſer Abentheurer in der Vorſtadt St. Antoine zu Paris aus einem Garten in einem Montgolfier'iſchen Luftballe, welcher alſo durch die Hitze oder durch verdünnte Luft aufgeblaſen war, in die Höhe. Der Durchmeſſer der Maſchine war gegen 48, und ihre Höhe gegen 74 Fuß. Er erhob ſich mitten unter einer erſtaunenden Menge Zuſchauer bis zu einer Höhe von 84 Fuß von dem Erdboden, und er hielt daſelbſt die Maſchine vier Stunden fünf und zwanzig Minuten lang ſchwimmend, indem er zu mehrern Malen Stroh und Wolle auf das Feuer warf. Die Maſchine ſenkte ſich hernach auf den Boden, und der unverzagte Luftſchiffer verſicherte den Zuſchauern, er habe während ſeiner Luftfahrt nicht die geringſte Unbequemlichkeit empfunden.

Den erſten Luftball ließ in England den fünf und zwanzigſten November 1783 im Artillerie-Grunde bey London der Graf Zambeccari, ein ſcharfſinniger Italiener, ſteigen. Er wurde um ein Uhr Nachmittags losgelaſſen, und halb vier Uhr wurde er bey Petworth in Suſſex acht und vierzig Meilen von London aufgefangen. Er bewegte ſich daher im Durchſchnitt ungefehr zwanzig Meilen in einer Stunde, und ſein Herabſinken wurde durch einen Riß veranlaßt, welcher, wie man glaubte, von der Verdünnung der entzündlichen Luft herrührte, als der Ball in eine lockerere Region der Atmoſphäre aufſtieg.

Aber der erſte Luftſchiffer, welcher in England die Sachkundigen vergnügte und die Unwiſſenden in Erſtaunen ſetzte, war Vincenz Lunardi, ein gebohrner Italiener. Sein Ball betrug im Durchmeſſer gegen 35 Fuß. Die Luft, um ihn zu füllen, wurde aus Zink vermittelſt der verdünnten Vitriolſäure entbunden. Lunardi ſtieg aus dem Artillerie-Grunde um zwey Uhr den fünfzehnten September 1784 auf. Sein Ball nahm erſt die Richtung vor NW., kurze Zeit darauf aber gerieth er in einen Luftſtrohm, welcher ihn beynahe gerade nach Norden führte. Zehn Minuten nach vier Uhr ließ er ſich auf eine Wieſe bey Ware in Herfordſhire nieder. Während ſeiner Luftreiſe ſtand das Thermometer auf 29°, und die Waſſertropfen, welche ſich an den Ball anhiengen, waren gefroren.

Ich war ſelbſt ein Zuſchauer von Lunardi's Luftſchiffarth, und ich muß geſtehen, daß ich niemals ein gleich intereſſantes und erhabenes Schauſpiel zu beobachten Gelegenheit gehabt habe. Die Schönheit des allmähligen Aufſteigens, verbunden mit einer Art des Schreckens wegen der Gefahr des Mannes, und die Neuheit und Größe der ganzen Erſcheinung laſſen ſich nicht mit Worten ausdrücken. Auf ein zärtliches Frauenzimmer wirkte dieſer Anblick ſo heftig, daß ſie, als ſich der Ball erhob, auf der Stelle ſtarb; verſchiedene Perſonen fielen in Ohnmacht, und die ſtillſchweigende Bewunderung der ängſtlichen Zuſchauer übertraf alles, was ich von dieſer Art je geſehen habe.

Die kühnſte aller Luftreiſen aber war diejenige, welche den ſiebenten Jänner 1785 Blanchard und Dr. Jeffries über die Meerenge von Dower nach Frankreich wagten. Ungefehr um ein Uhr wurde der Ball in der Nähe der hohen Klippe bey Dower losgelaſſen. Die Luftſchiffer warfen allen Ballaſt weg, blos drey Säcke ausgenommen, wovon jeder zehn Pfund wog. Da der Wind nur ſchwach wehete, ſo legten ſie nur wenig Weg zurück. Die Ausſicht, welche ſie auf die ſüdliche Küſte Englands hatten, beſchrieben ſie als höchſt reizend, und ſie waren im Stande, 37 Dorfſchaften zu zählen. Weil ſie merkten, daß die Maſchine ſank, ſo warfen ſie zu verſchiedenen Zeiten allen ihren noch übrigen Ballaſt, ihre Bücher u. ſ. w. aus. Ungefehr fünf und zwanzig Minuten nach zwey Uhr hatten ſie einen höchſt bezaubernden Anblick der franzöſiſchen Küſte. „Nun warfen wir, ſagt Dr. Jeffries, die einzige „Flaſche, welche wir noch hatten, weg. Indem dieſe herabfiel, gab „ſie einen Dampf wie Rauch von ſich, und es entſtand ein heftiges „Geräuſch, und indem dieſe Flaſche auf das Waſſer fiel, ſo hörten und „empfanden wir den Stoß ſehr merklich an unſerm Schiffchen und „dem daran hängenden Balle". Endlich fuhren ſie über die Hochländer zwiſchen Cap blanc und Calais, wo die Maſchine eine größere Höhe erreichte, als zuvor während der ganzen Luftreiſe. Unbeſchädigt lieſſen ſie ſich zwiſchen einigen Bäumen in dem Walde von Guienne nieder. Zu Folge dieſer Reiſe erhielt Blanchard von dem Könige in Frankreich ein Geſchenk von 12000 Livres und ein Jahrgeld von 1200 Livres.

Die Luftſchiffarth machte ſo ſchnelle Fortſchritte, daß binnen zwey Jahren von ihrer erſten Entdeckung angerechnet mehr als vierzig verſchiedene Perſonen den Verſuch, ohne einen weſentlichen Schaden, anſtellten; und es läßt ſich, ſagt Cavallo, mit Recht die Frage aufwerfen, ob die erſten vierzig Perſonen, welche ſich der See in Booten oder andern Fahrzeugen anvertrauten, ſo glücklich davon gekommen ſind. Indeſſen müſſen wir dieſe Nachricht von Luftſchiffern mit einer traurigen Begebenheit, dem unglücklichen Schickſale des muthigen Rozier, welcher der erſte Luftſchiffer geweſen war, und ſeines Reiſegefährten, Romain, beſchließen.

Dieſer unglückliche Verſuch wurde in der Abſicht angeſtellt, eine Methode, die äroſtatiſchen Maſchinen nach Willkühr zu erheben, oder nieder zu laſſen, ausfindig zu machen. Zu dieſem Entzwecke war ein kleiner Ball mit verdünnter Luft an den mit entzündlicher Luft angefüllten größern befeſtiget. Der kleinere Ball war in einer ſchiklichen Entfernung unter dem größern angebracht, und man glaubte, daß, wenn man das Feuer in der untern Maſchine vermehrte oder verminderte, das abſolute Gewicht des ganzen Apparats verhältnißmäſig ab- oder zunehmen würde.

Den vierzehnten Junius 1785 beſtiegen Rozier und Romain die auf die beſchriebene Weiſe eingerichtete Maſchine. Sie waren noch nicht lange in der Luft geweſen, als man den mit entzünd-

licher Luſt angefüllten Ball ſehr beträchtlich aufſchwellen ſahe. Man bemerkte, daß die Luftſchiffer ſich ſehr ängſtlich damit beſchäftigten, die Klappen zu öffnen, die entzündliche Luſt heraus zu laſſen, und auf dieſe Weiſe ihr Herabſteigen zu erleichtern. Kurz darauf ſahe man, in einer Höhe von ungeſehr drey Viertel Meilen über dem Erdboden, die ganze Maſchine im Feuer. Der ſeidene Zeug, woraus der mit entzündlicher Luſt gefüllte Ball beſtand, fiel etwa eine Minute darauf zuſammen, und der Apparat ſtürzte mit ſolcher Schnelligkeit herunter, daß beyde Luftſchiffer ums Leben kamen. Rozier ſchien, als er den Erdboden berührte, völlig todt; Romain hingegen gab noch einige Zeichen des Lebens von ſich, verſchied aber faſt augenblicklich darauf.

Dieſer ſchreckliche Zufall ſcheint dazu beygetragen zu haben, dergleichen Verſuchen ein Ende zu machen. Baldwin aus Cheſter wagte es deſſen ungeachtet, im Monat September deſſelben Jahres in einem Luſtballe aus der gedachten Stadt aufzuſteigen. Von den Beobachtungen, welche er wegen ſeiner Luſtreiſe anſtellte, hat er eine ſehr genaue und intereſſante Beſchreibung bekannt gemacht. Während daß er aufſtieg, bemerkte er, daß die niedrigſte Dunſtſchicht, welche ſich am nächſten bey der Oberfläche der Erde befand, das Anſehen von reinen weiſſen Wolken hatte, die von einander getrennt waren, und, ſo wie er ſich mehr erhob, zuzunehmen ſchienen. Sie floſſen hierauf unmittelbar zuſammen, und bildeten, wie er ſich ausdrückt, „eine See von Baumwolle, welche hier und da durch die Wir„kung der Luſt in dem ruhigen Theile der Wolken, ein buſchigtes „Anſehen erhielt." Das Ganze wurde bald eine ausgebreitete weiſſe Wolkenflur. Ueber derſelben beobachtete er, in großen und ungleichen Entfernungen, eine ſehr große Anhäufung von Donnerwolken, wovon ein jedes Stück von dem Umfange ganzer Aecker in der dichteſten Form war. Er vergleicht ihre Geſtalt und ihr ganzes Anſehen mit dem Pulverrauche von abgeſchoſſenen Canonen, nur daß ſie noch dichter waren, und einigermaſſen großen Schneemaſſen glichen. Einige Wolken bewegten ſich langſam und nach verſchiedenen Richtungen, und ſtellten überhaupt ein Schauſpiel dar, welches in der That erſtaunenswürdig und majeſtätiſch war.

Die Grundſätze, zu Folge welcher die Luſtbälle in der Atmoſphäre aufſteigen, ſind nach demjenigen, was ich bereits erinnert habe, leicht zu begreiſen. Es iſt eine in der Hydroſtatik allgemein bekannte Regel, daß, wenn ein Körper in irgend eine Flüßigkeit eingetaucht wird, derſelbe, im Fall er leichter iſt, als ein gleich großer Umfang jener Flüßigkeit, auf die Oberfläche derſelben aufſteigt; wenn er hingegen ſchwerer iſt, niederſinkt, und wenn er endlich ein gleiches Gewicht beſitzt, an der Stelle, wohin man ihn zuerſt gebracht hat, ſtehen bleibt. In Gemäßheit dieſes Grundſatzes ſteigt Rauch oder Dampf in der Atmoſphäre auf, und erhitzte Luſt erhebt ſich in der kältern. Daß erhitzte Luſt aufwärts ſteigt, läßt ſich leicht darthun, wenn man ein rothglühendes Eiſen unter die eine Schaale einer

Waage bringt. Dieſe Waagſchale ſteigt augenblicklich, weil die heiſſe Luft, da ſie leichter als die kaltere iſt, ſich erhebt, auf den Boden der Waagſchale ſtößt, und ſie ſo aufwärts treibt. Da aber die Dichte der Atmoſphäre wegen des verminderten Druckes der aufliegenden Luft, und wegen der elaſtiſchen Kraft, welche ſie beſitzt, in verſchiedenen Höhen über der Erde verſchiedentlich abnimmt, ſo kann ein Luftball nur bis zu einer ſolchen Höhe ſteigen, bey welcher die ihn umgebende Luft mit demſelben einerley ſpecifiſche Schwere beſitzt. Befindet er ſich in einer ſolchen Lage, ſo ſteht er entweder ſtill, oder er wird von dem Winde oder dem Luftſtrohme, den er in jenen höhern Regionen antrift, in irgend einer Richtung fortgeführt.

Die ganze Theorie der Aeroſtatik beruht auf dieſem Grundſatze: denn es erfolgt dieſelbe Wirkung, wir mögen nun die atmoſphäriſche Luft durch Mittheilung von Hitze leichter machen, oder eine Menge künſtlicher Luft von einem ſpecifiſch leichtern Gewicht, als die atmoſphäriſche Luft beſitzt, in den Luftball einſchließen. In jenem Falle, wie in dieſem, wird die Maſchine nach demſelben hydroſtatiſchen Grundſatze aufſteigen.

Die Naturforſcher haben durch Verſuche gefunden, daß ein Kubikfuß Luft ungefehr 554 Gran wiegt, und daß ſie ſich durch jeden auf Fahrenheits Thermometerſcale bemerkten Wärmegrad ungefehr um $\frac{1}{500}$ des ganzen Umfanges ausdehnen läßt. Wenn wir folglich eine Menge Luft bey einem Thermometerſtande von 54° in freyer Luft bis auf 500 Grad erhitzen, ſo verdoppeln wir ihren Umfang, und folglich wird auch ihr Gewicht in demſelben Verhältniß vermindert.

Was die Art und Weiſe anlangt, einen Luftball mit erhitzter Luft aufzublaſen, ſo iſt hierzu nichts nothwendiger, als daß man unter der Maſchine entzündliche Sachen verbrennt, und auf dieſe Weiſe der in der Maſchine eingeſchloſſenen Luft Hitze mittheilt. Die entzündliche Luft zur Füllung der andern Luftbälle läßt ſich auf verſchiedenen Wegen erhalten. Aber die beßten Methoden beſtehen darin, daß man Säuren an gewiſſe Metalle bringt, oder eine Menge Waſſer mit gewiſſen mineraliſchen Subſtanzen in einem verſchloſſenen Gefäße einem heftigen Feuer ausſetzt. Lavoiſier läßt zu dieſer Abſicht den Dampf von kochendem Waſſer durch einen Flintenlauf hindurch gehen, welchen er durch brennende Kohlen rothglühend erhält. Doktor Prieſtley empfiehlt hierzu eine Röhre von rothglühendem Kupfer, welche mit kleinen Stückchen Eiſen angefüllt iſt. Durch dieſe Methode wird entzündliche Luft erzeugt, deren ſpecifiſche Schwere ſich zu der Schwere der atmoſphäriſchen Luft, wie 1 : 13 verhält.

Der beſte Firniß, den ſeidenen Zeug des Luftballes zur ſichern Einſchließung der entzündlichen Luft zu überziehen, iſt derjenige, deſſen ſich Blanchard bedient hat. Er beſteht aus elaſtiſchem Gummi oder Caoutchouc, welches man in kleine Stückchen ſchneidet, und in fünf Mal ſo vielem Terpentinöle dem Gewichte nach kocht, wor-

auf man die Auflöſung ein paar Minuten lang mit trocknendem Leinöle aufwallen läßt. Dieſer Firniß muß warm gebraucht werden.

An dem oberſten Theile des Luftballes muß man eine Oeffnung mit einer Klappe anbringen, an welcher eine Schnur befeſtigt werden muß. Dieſe Verrichtung dient zu verhüten, daß der Luftball in den höhern Regionen, wo die atmoſphäriſche Luft weniger Dichte beſitzt, nicht durch zu großes Aufſchwellen zerberſte.

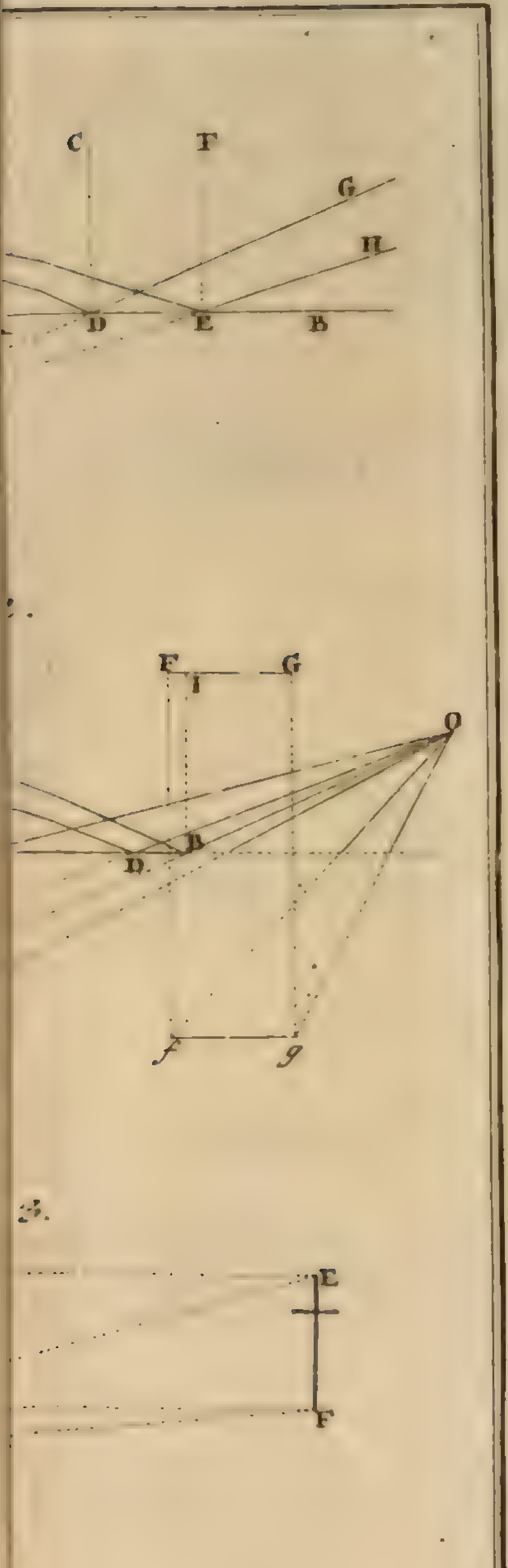
Die einzige praktiſche Anwendung, welche man jetzt von Luftbällen gemacht hat, beſteht darin, daß ſie von den franzöſiſchen Ingenieuren in dem gegenwärtigen Kriege gebraucht worden ſind. Läßt man nämlich den Luftball bis zu einer ſchicklichen Höhe aufſteigen, ſo kann der mit aufgeſtiegene Ingenieur das Lager des Feindes oder einen befeſtigten Ort recognoſciren, und alsdann den Angriff auf diejenige Stelle richten, welche ſich am leichteſten überwältigen läßt.

Daß eine ſo merkwürdige Erfindung aber ſich hierauf einſchränken ſollte, iſt nicht leicht zu erwarten. Die Neugierde des Publikums iſt für die Gegenwart befriediget worden; und die wenigen Unglücksfälle, welche ſich bei den hierher gehörigen Verſuchen ereigneten, haben den Muth der Luftfahrer geſchwächt. Zwar ſcheint die Schwierigkeit, den Lauf dieſer Luftmaſchinen zu lenken, ein faſt unüberſteigliches Hinderniß gegen ihre allgemeine Anwendbarkeit zu ſeyn. Aber wer darf es wagen, dem Genie und dem Muthe des Menſchen Schranken zu ſetzen? Der erſte Sterbliche, welcher ſich den Wellen auf einem ungeſtalteten Floß anvertraute, hatte wahrſcheinlich ſelbſt von den kleinen Verbeſſerungen, welche die Schiffarth bald darauf erhielt, nicht einmal die leiſeſte Ahndung; und die Schiffahrtskunſt war ſchon lange Zeit bekannt geweſen, ehe der Seecompaß den kühnen, aber einſichtsvollen Columbus in den Stand ſetzte, die weite Strecke des atlantiſchen Oceans zu durchſchiffen.

Ende des erſten Theils.

Bayerische Staatsbibliothek München

Tab. I.

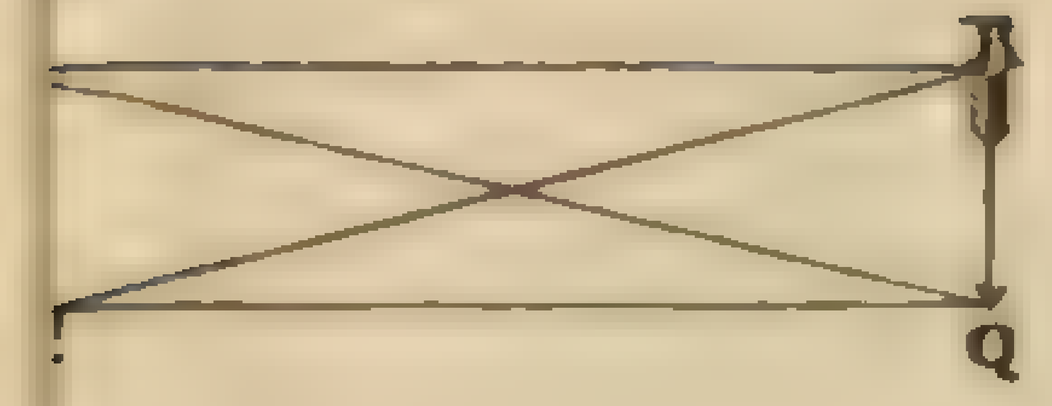


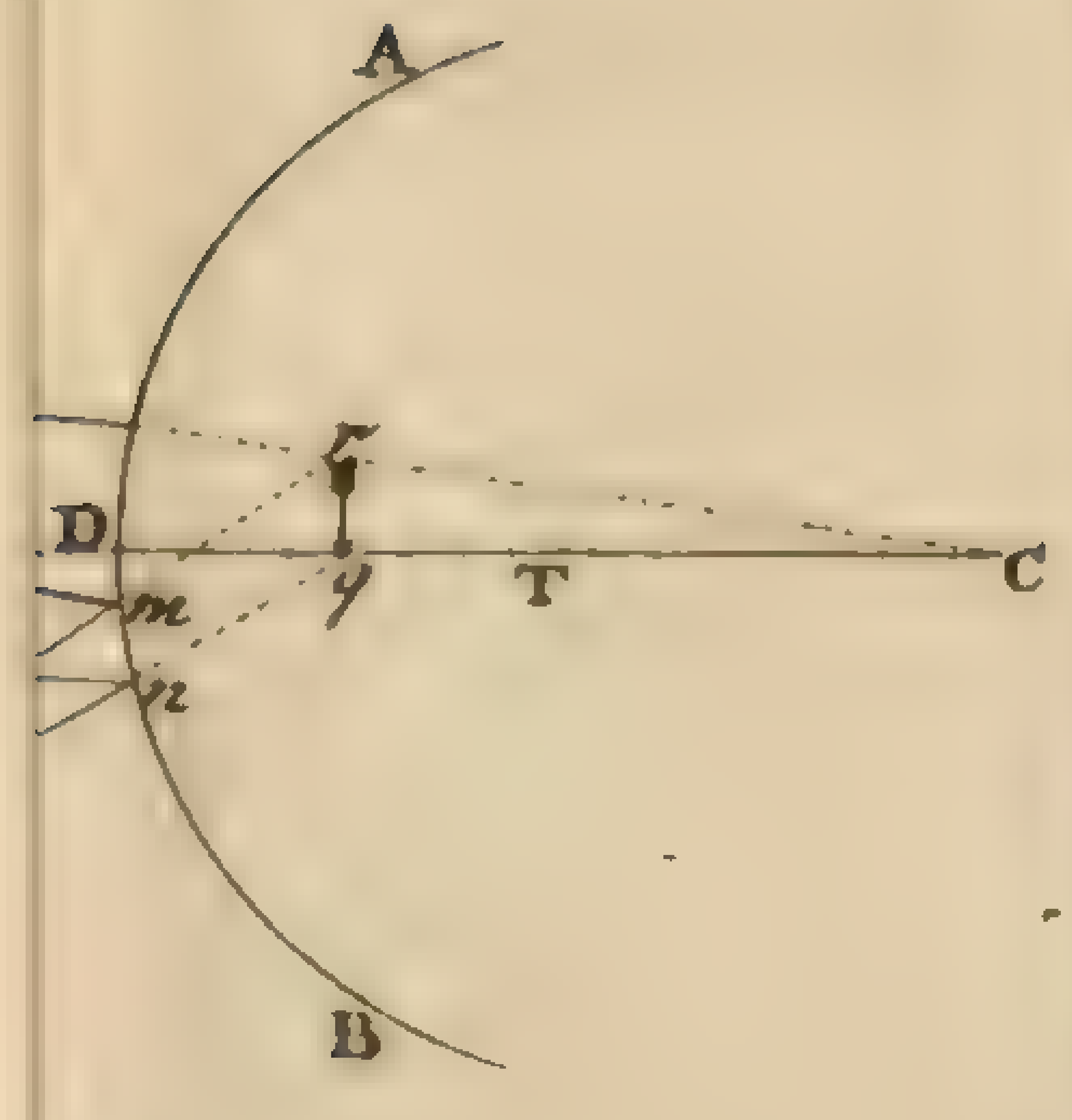
Tab. II.

Tab: III.

Fig. 7.

Fig. 8.





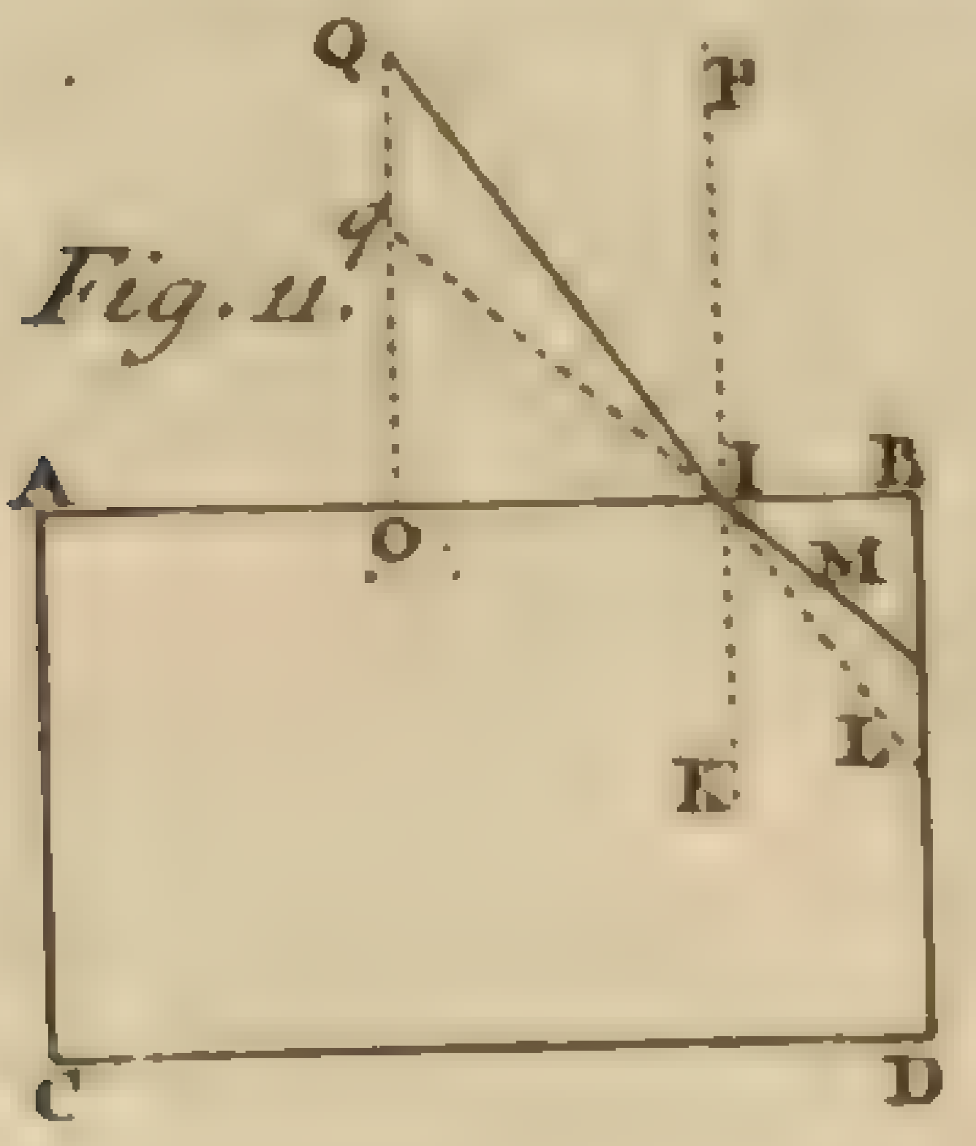


Fig. 11.

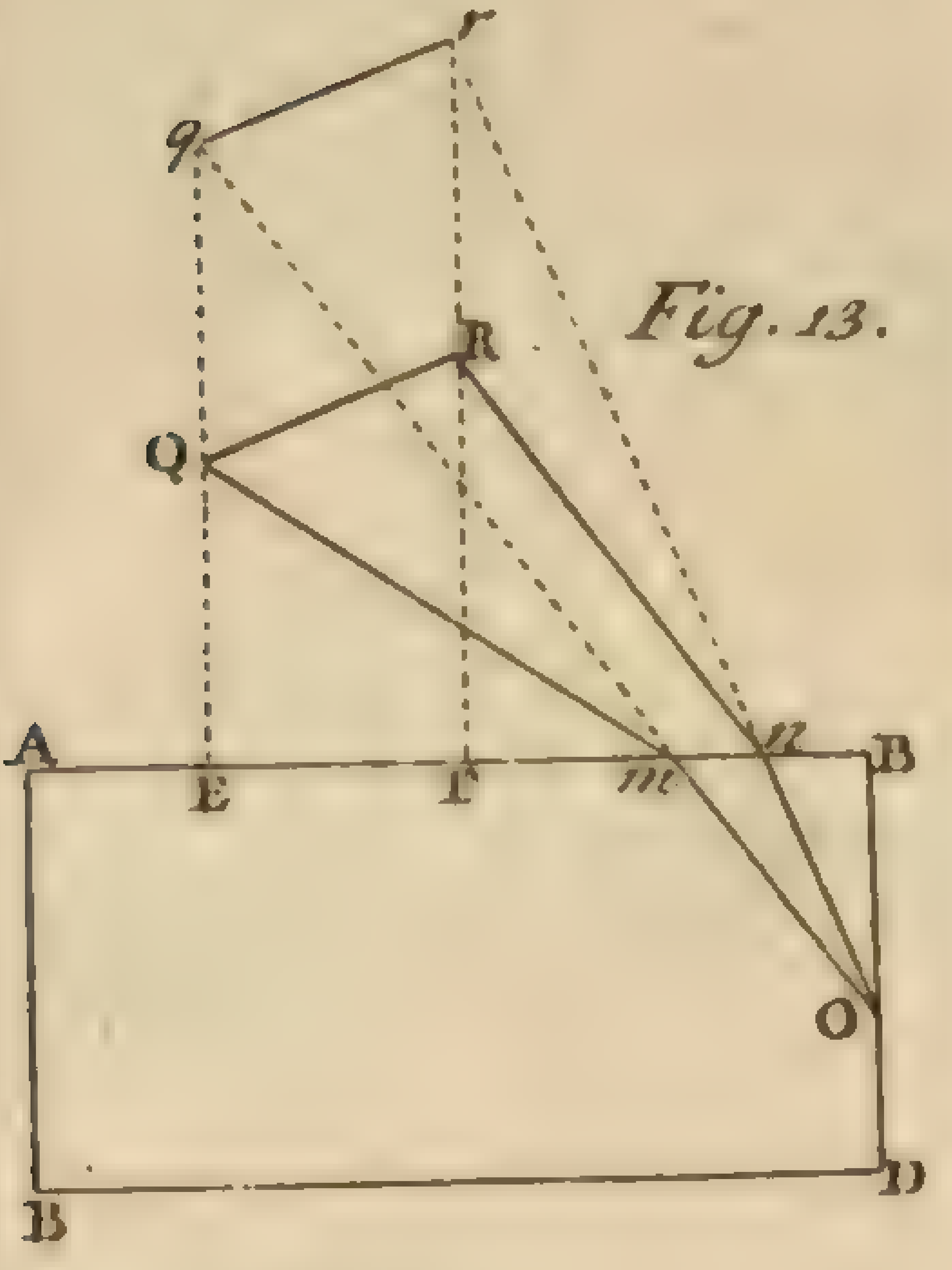


Fig. 13.

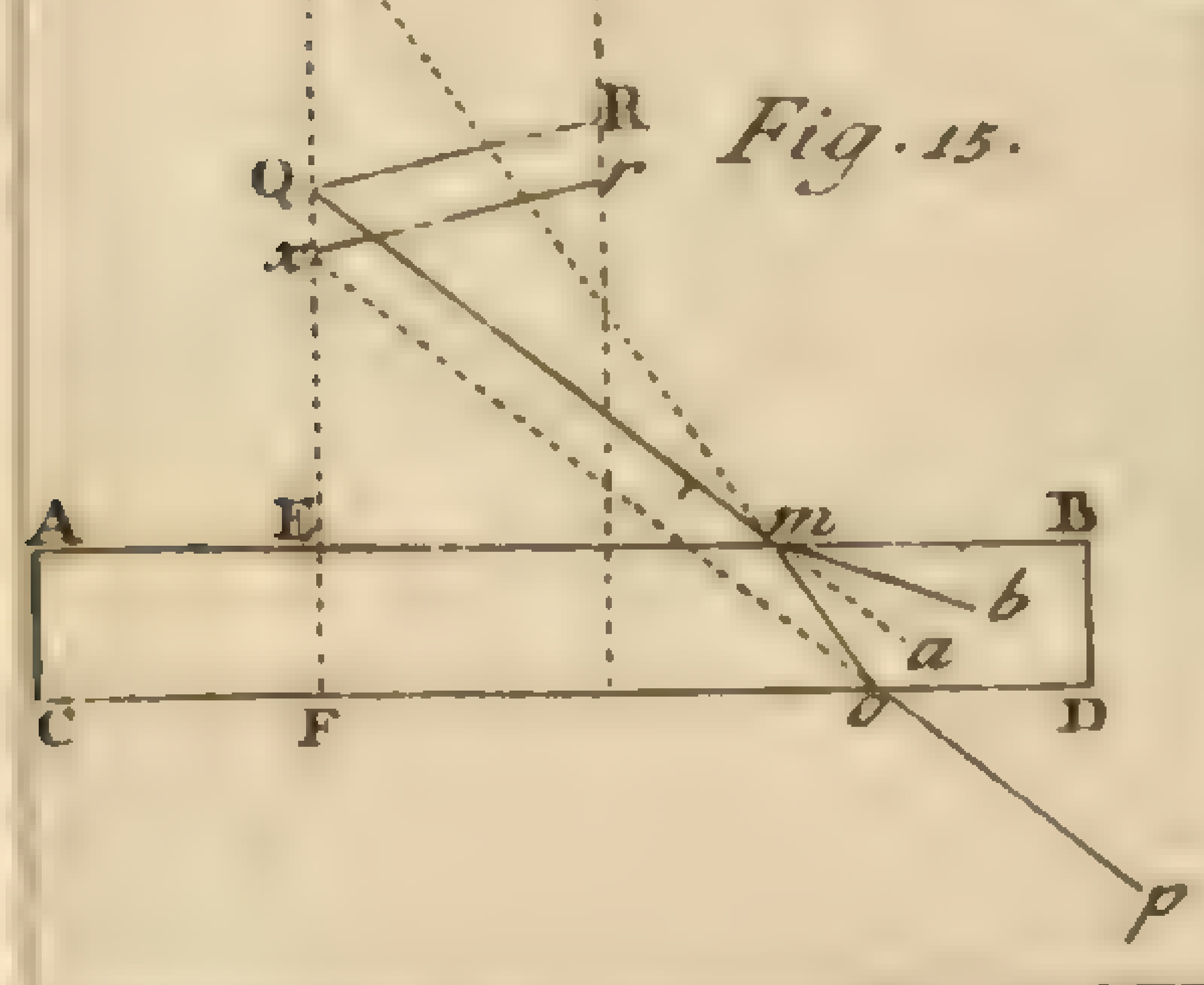


Fig. 15.

Tab. V.

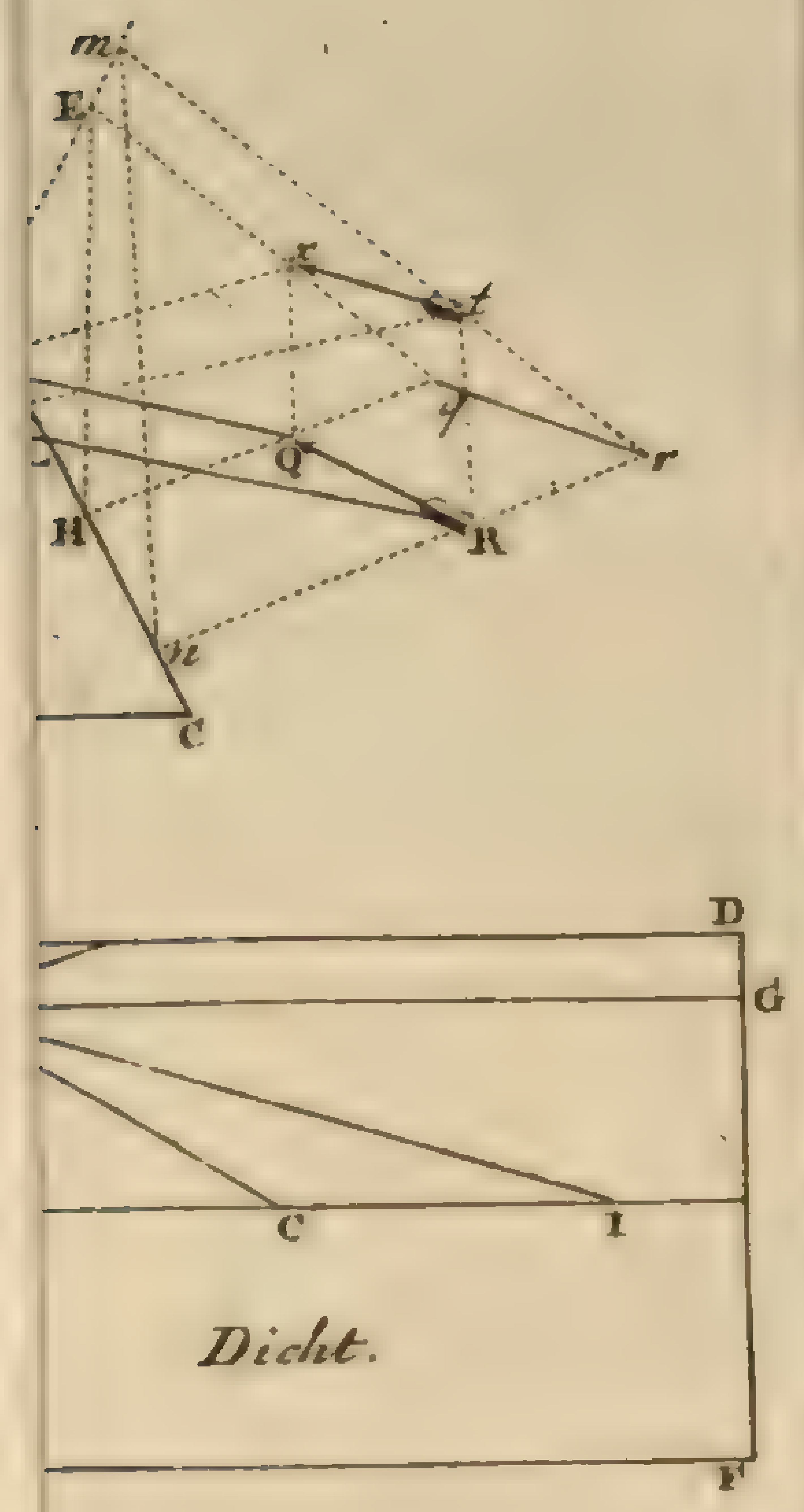
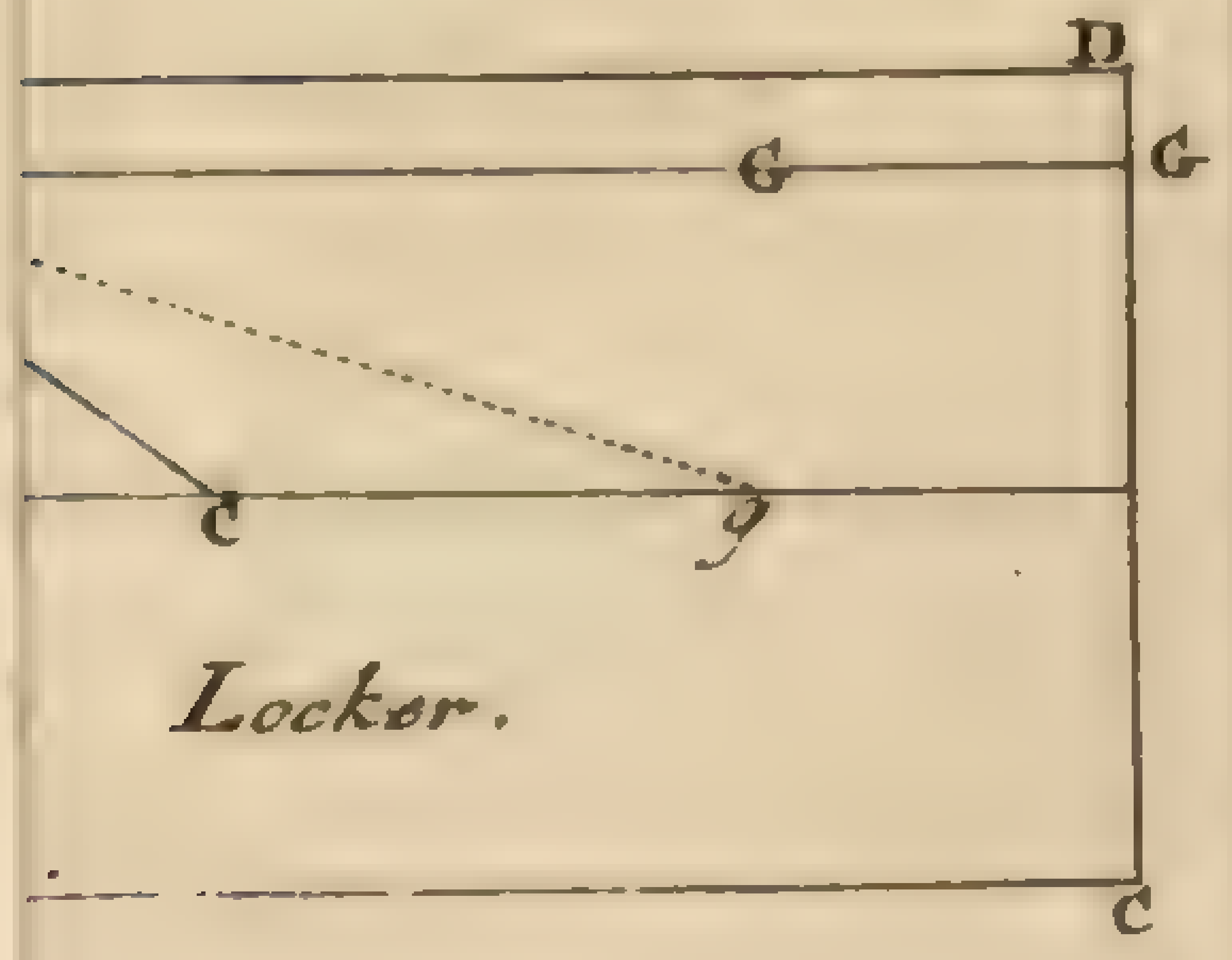


Fig. 18.



Tab. VI.

Tab. VII.

Fig. 22.

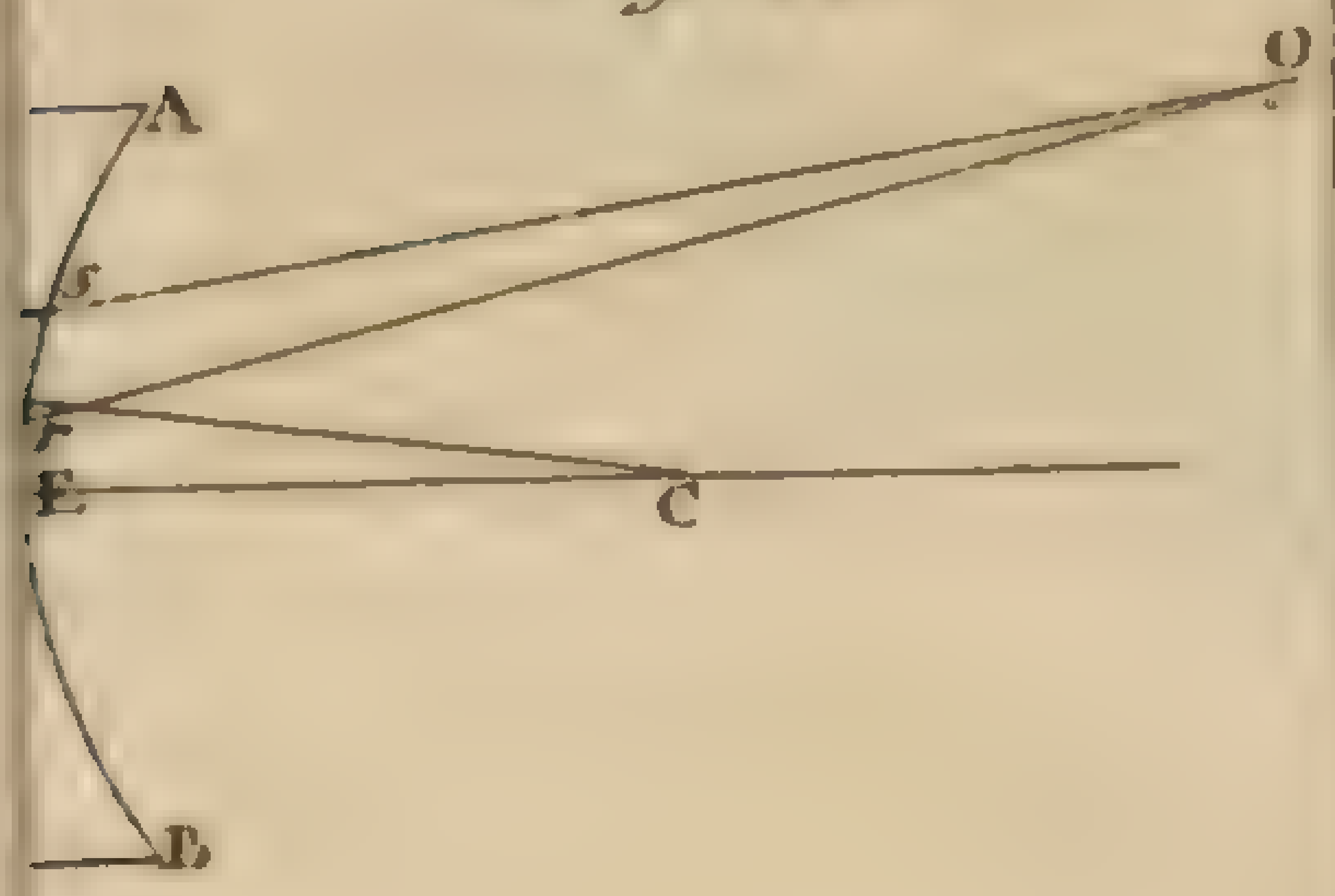
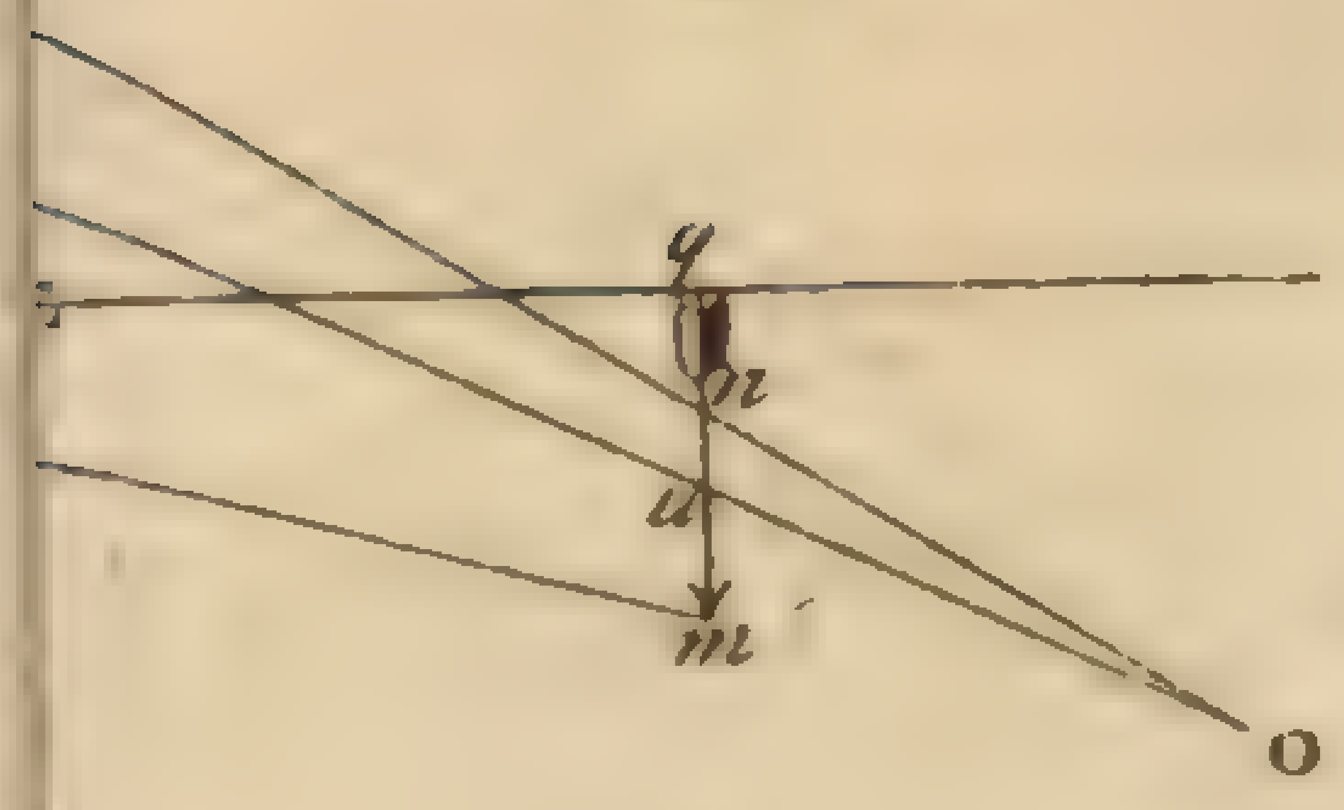


Fig. 23.



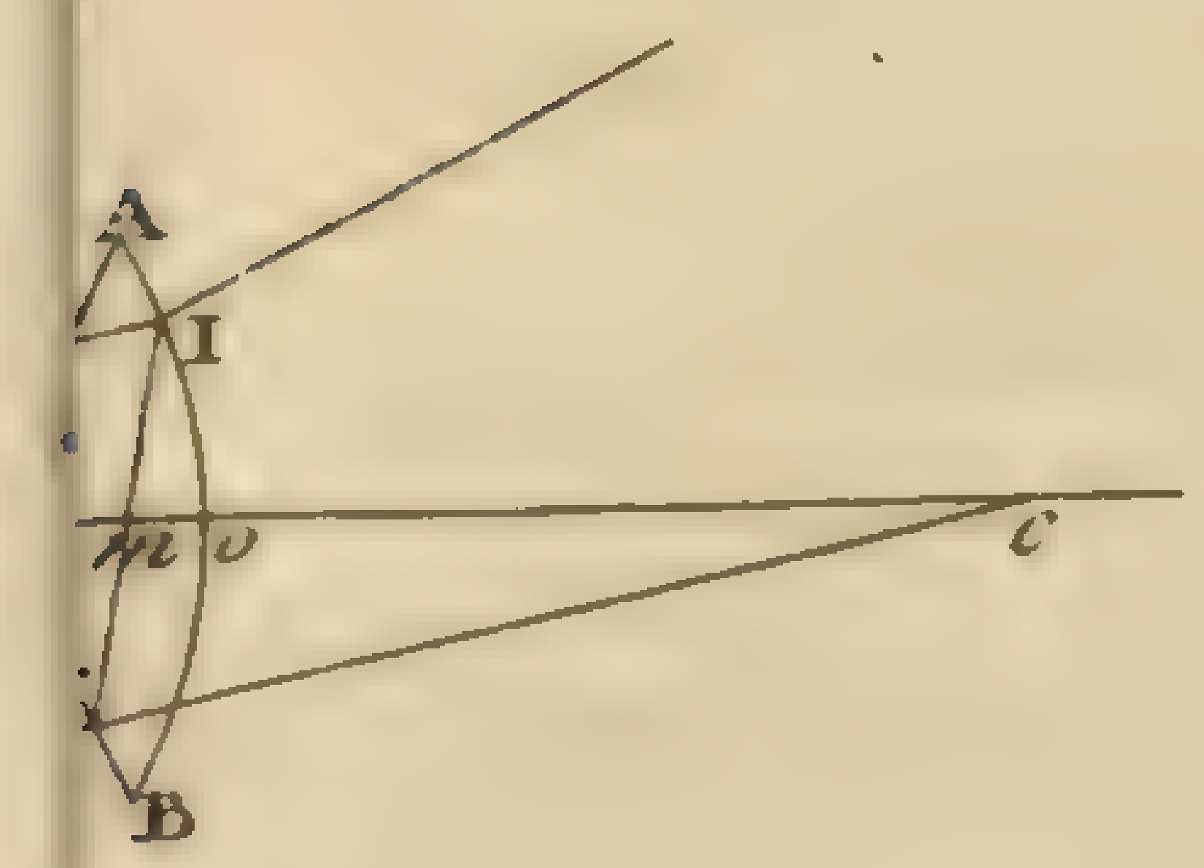
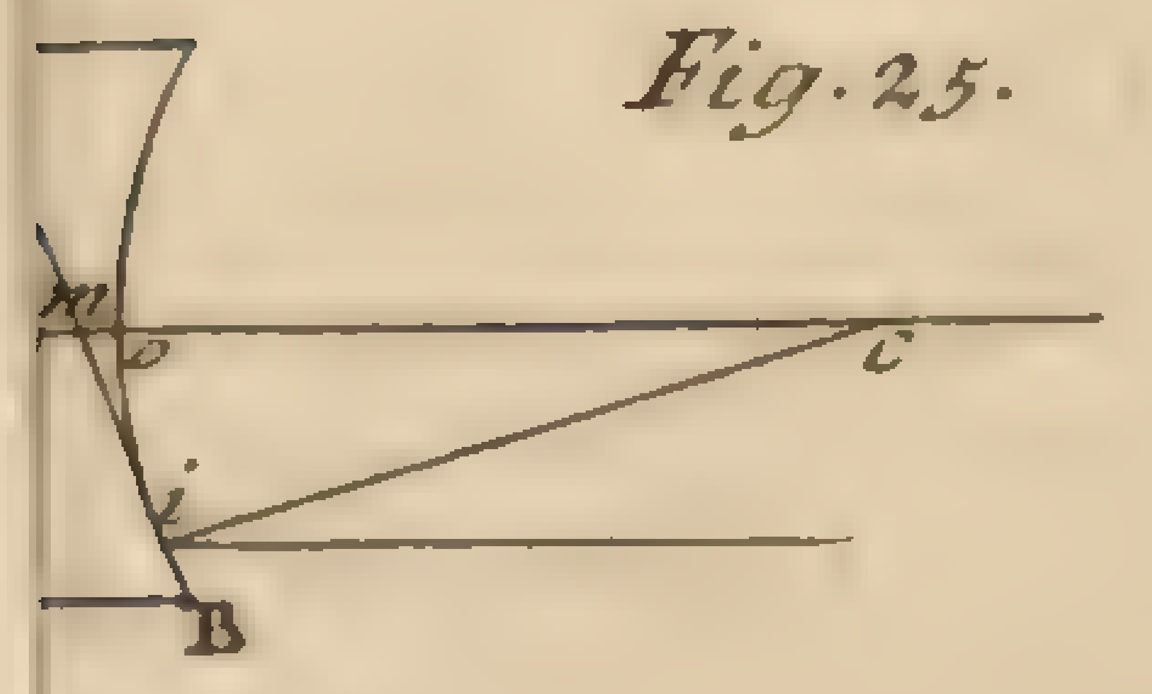


Fig. 25.



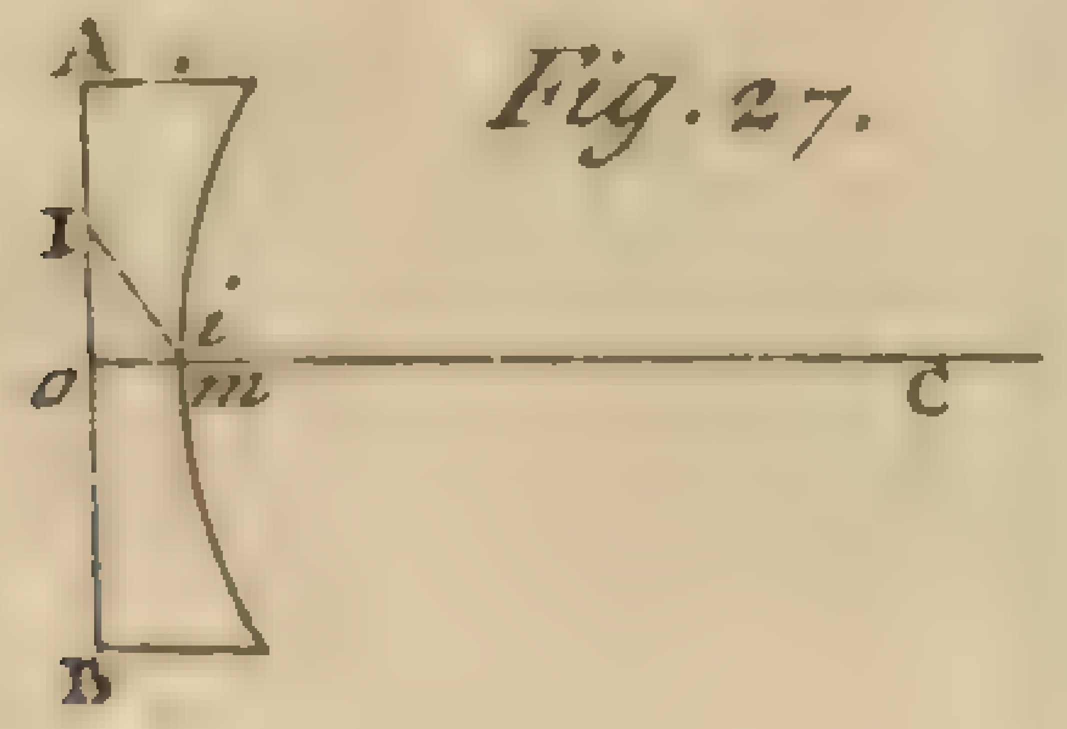


Fig. 27.

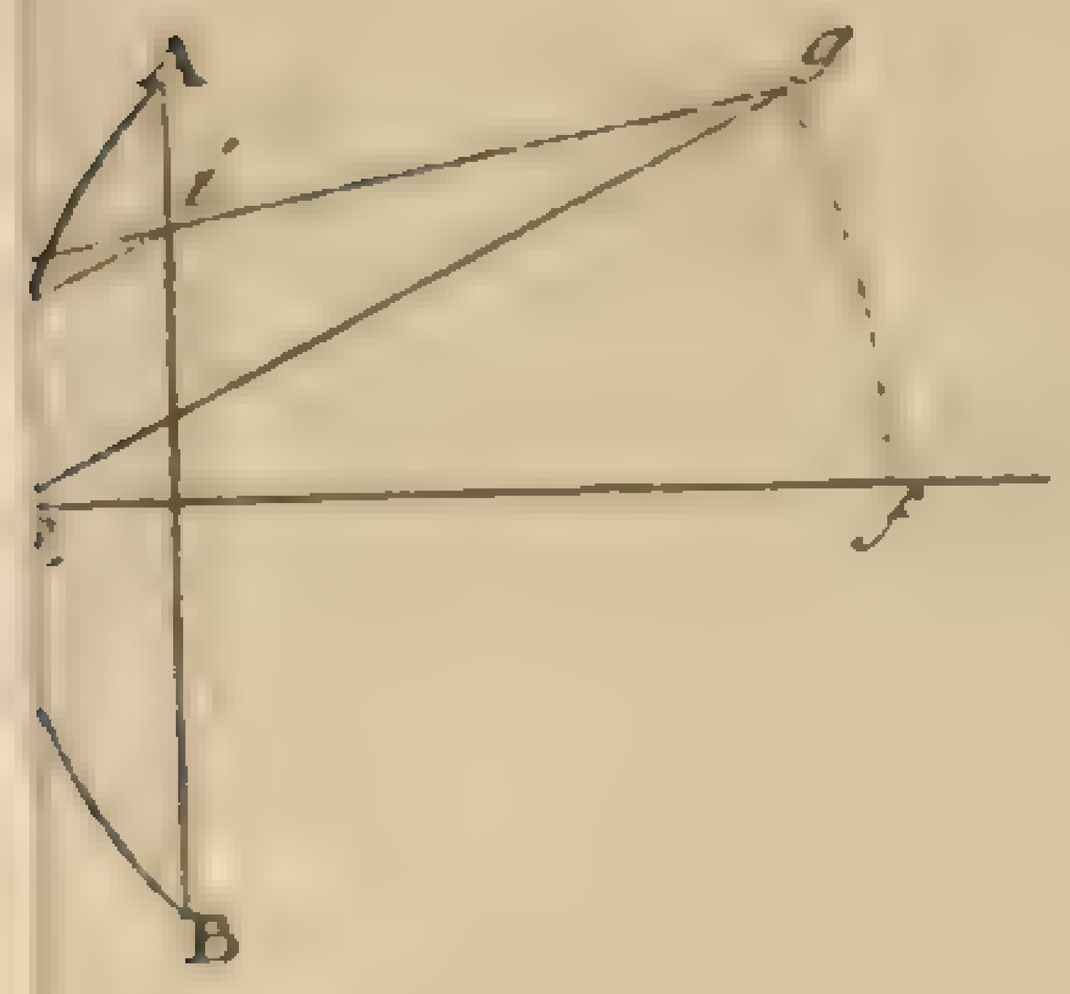
Fig. 28.

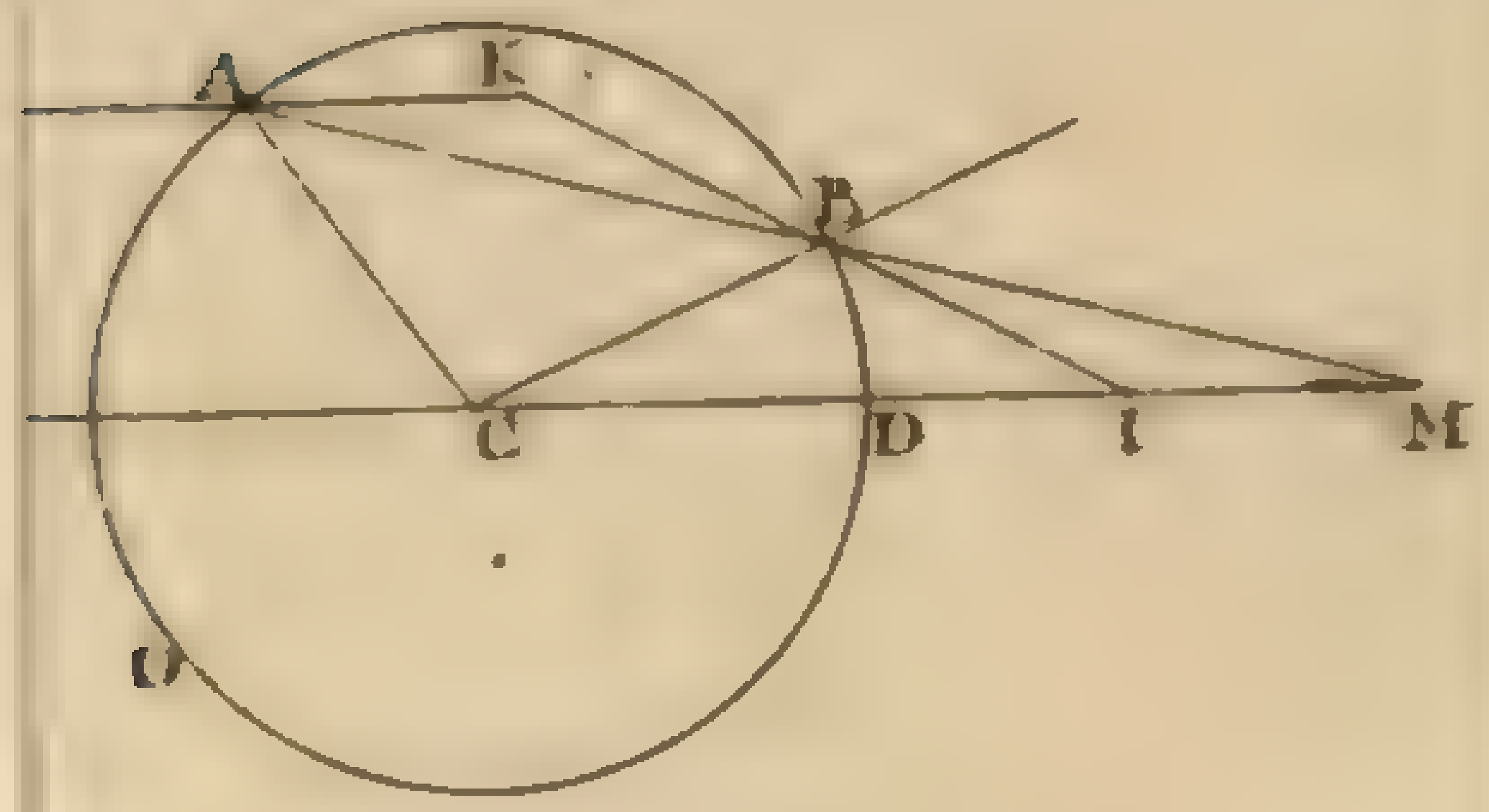
Fig. 31.

Tab. IX.

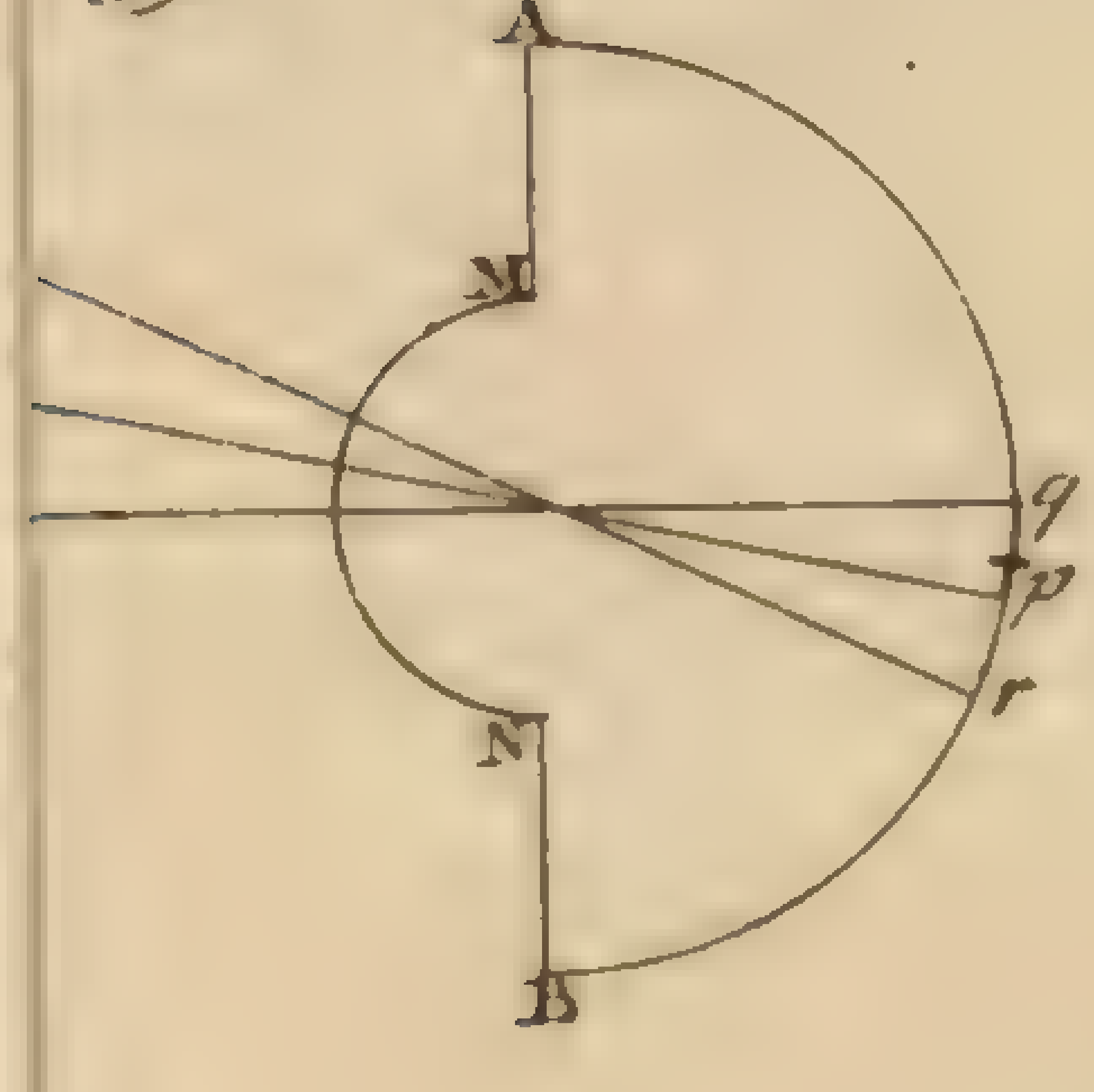
Fig. 35.

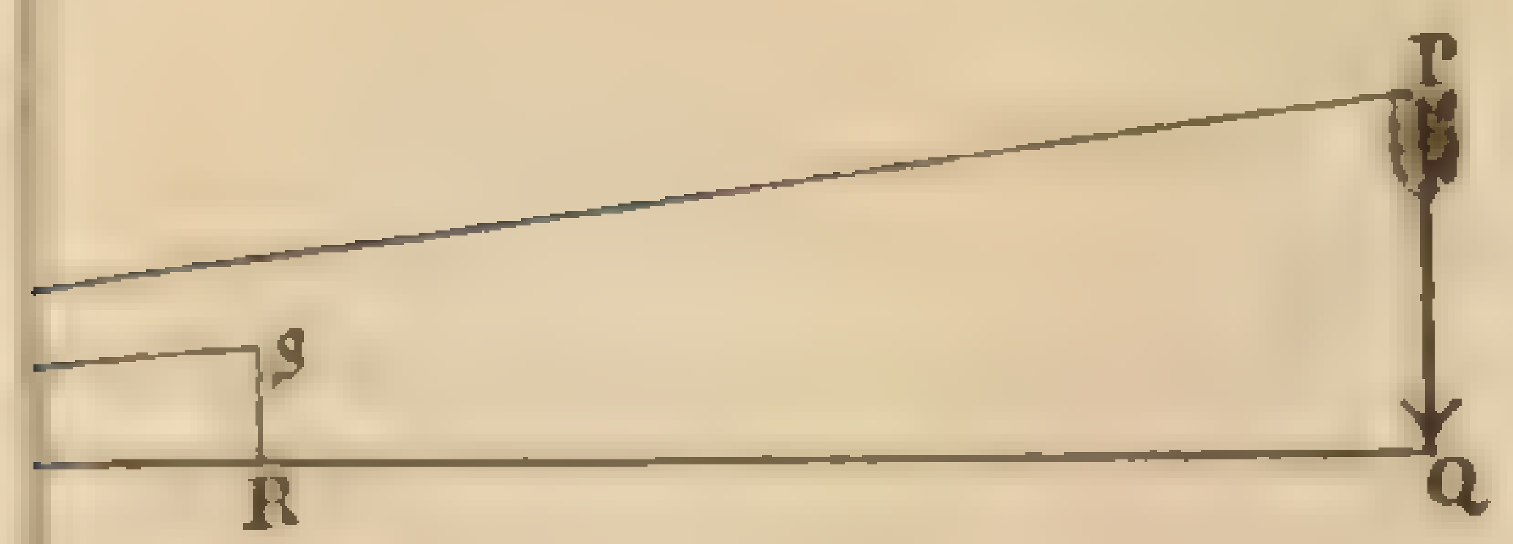
Tab. X.





. 39.





Tab. XI.

Fig. 41.
p
P
Q
q
F
Fig. 42.
P
p
f
q
Q
Fig. 43.
C
q
r
O
D
C
G
K
L
q
E
I
O
p
D
H
M
45.
R
C
E
q
I
D
p

Tab. XII.

. 50.

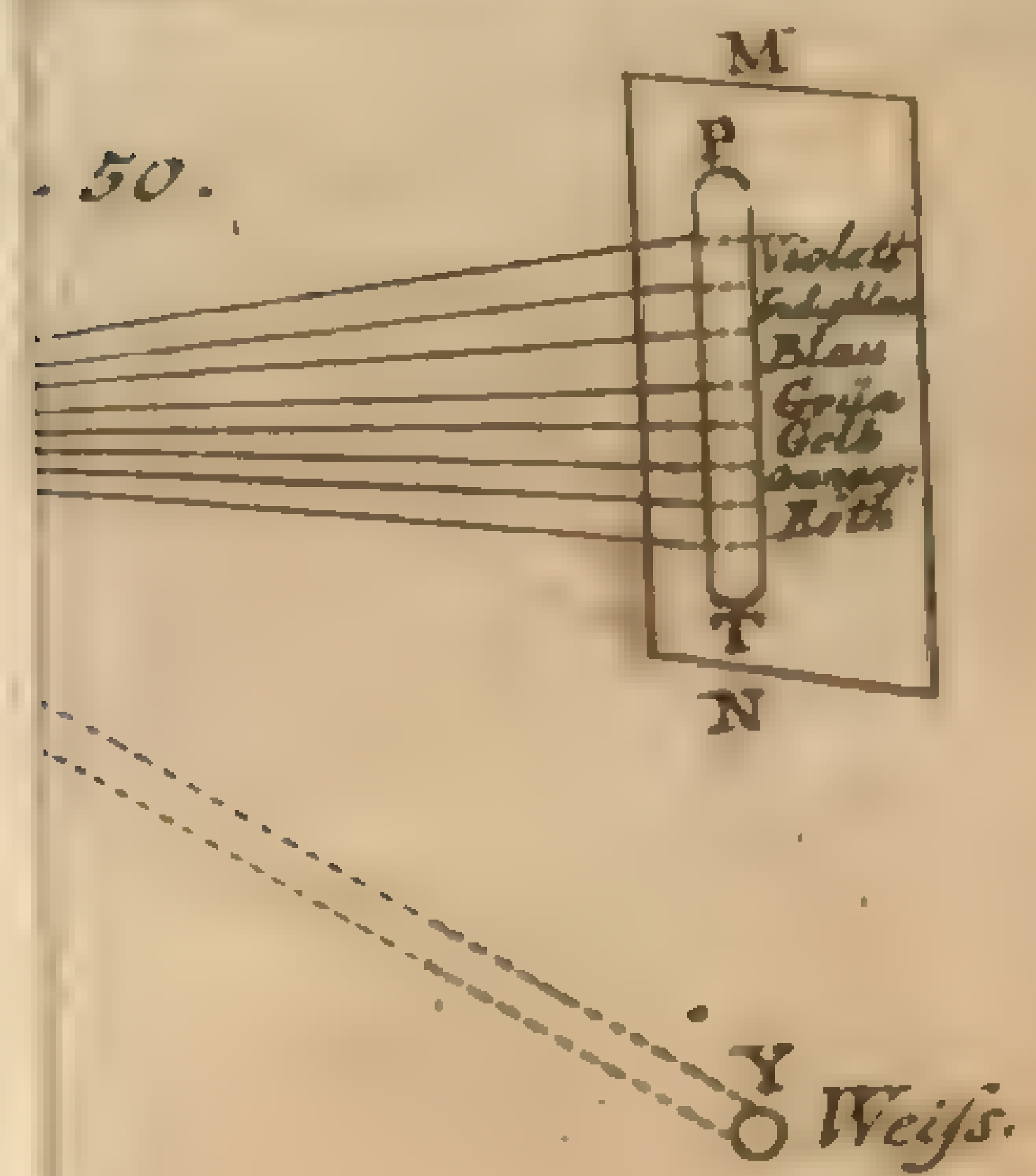
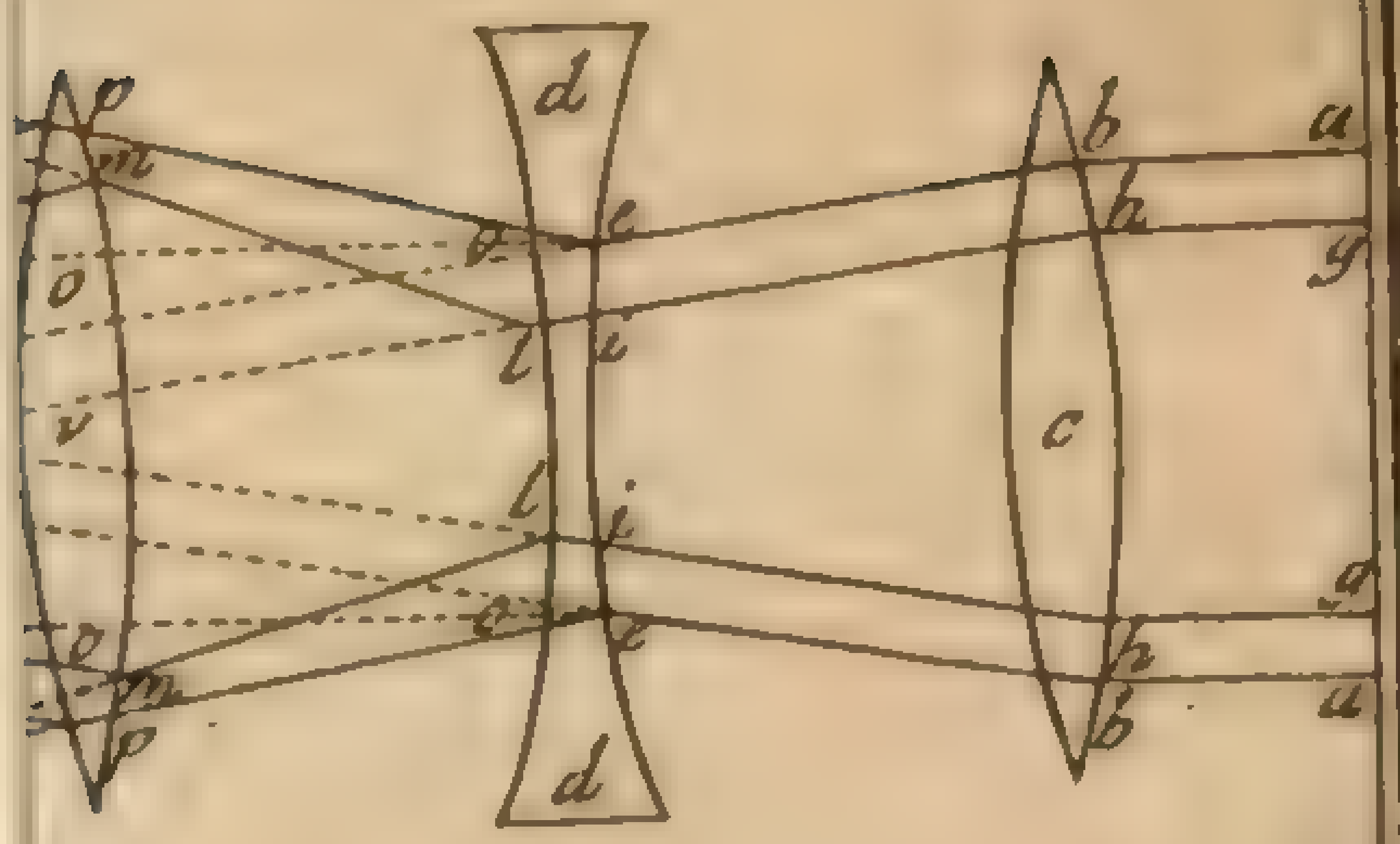
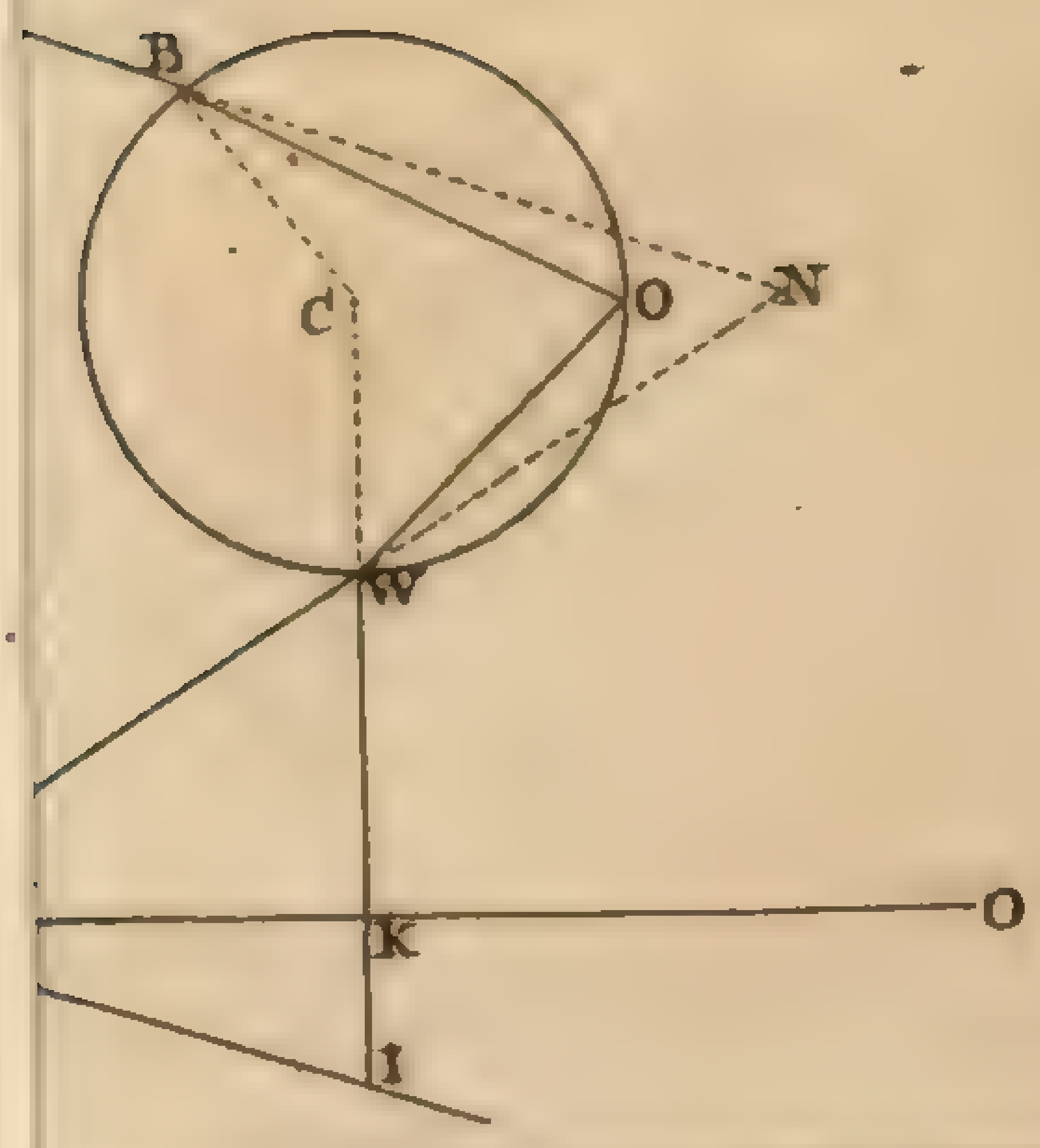

M
P
Violett
Blau
Grün
Gelb
Roth
T
N
Y
Weiſs.

Fig. 52.


d
p
m
e
b
a
h
g
o
v
l
i
c
d


B
C
O
N
W
K
O
I

Tab. XIV.

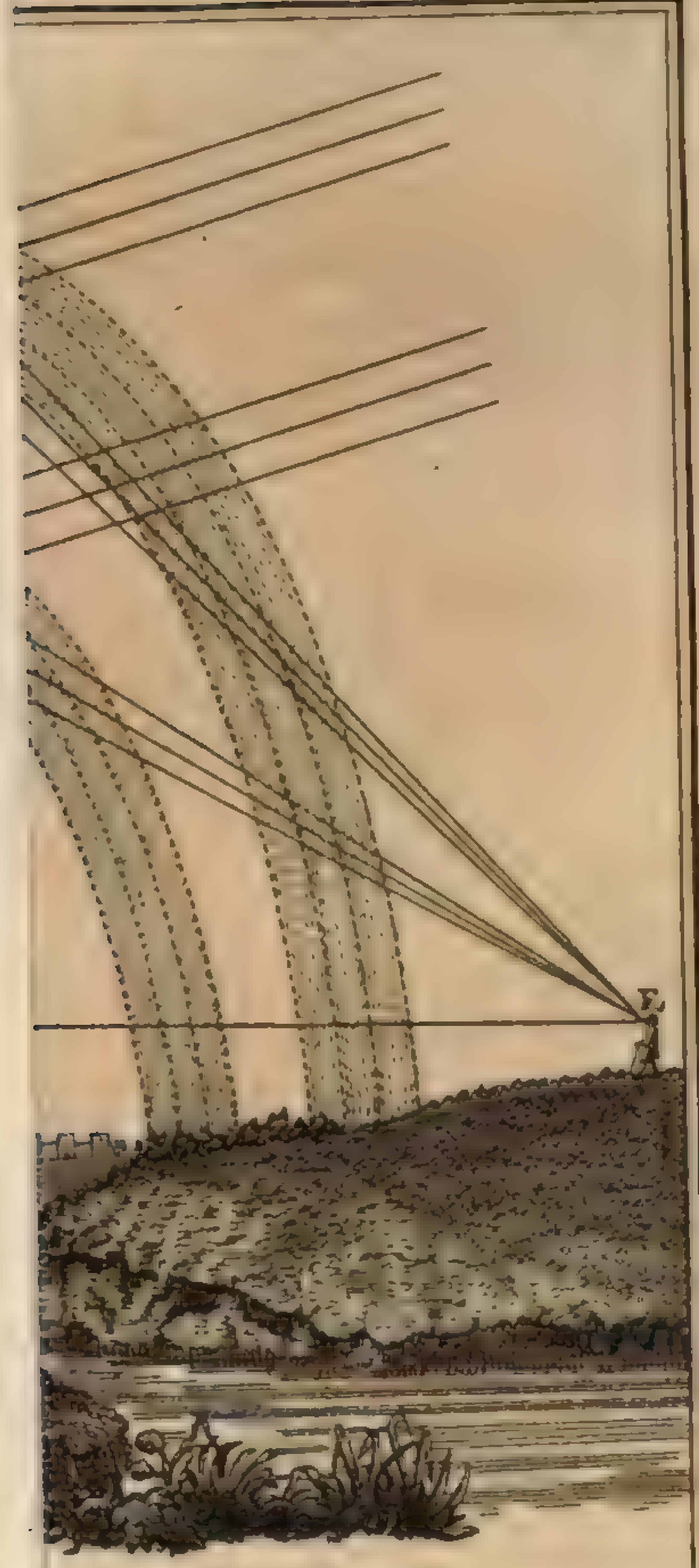
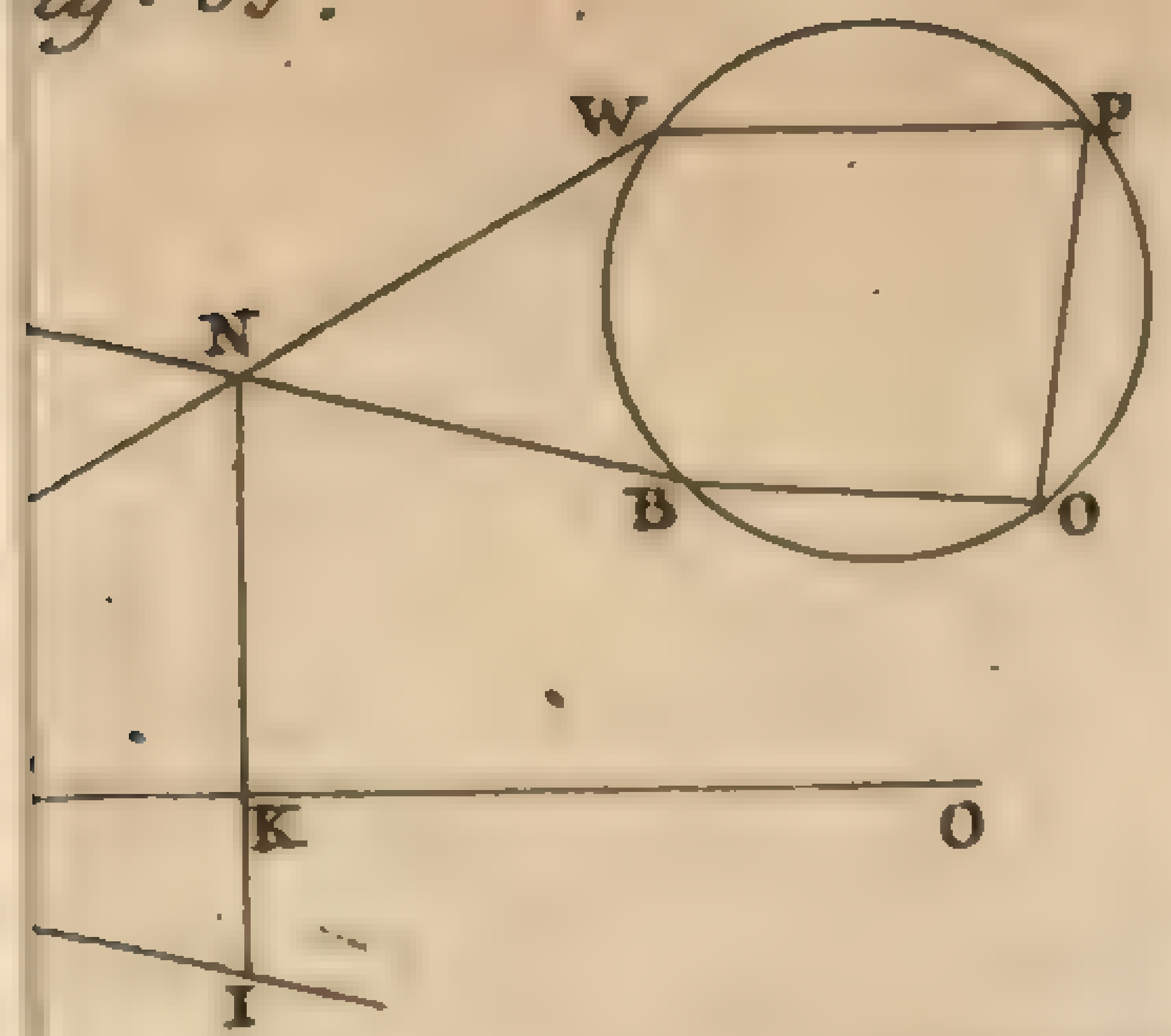


Fig. 55.



Tab. XV.

Fig. 59.

Fig. 4.

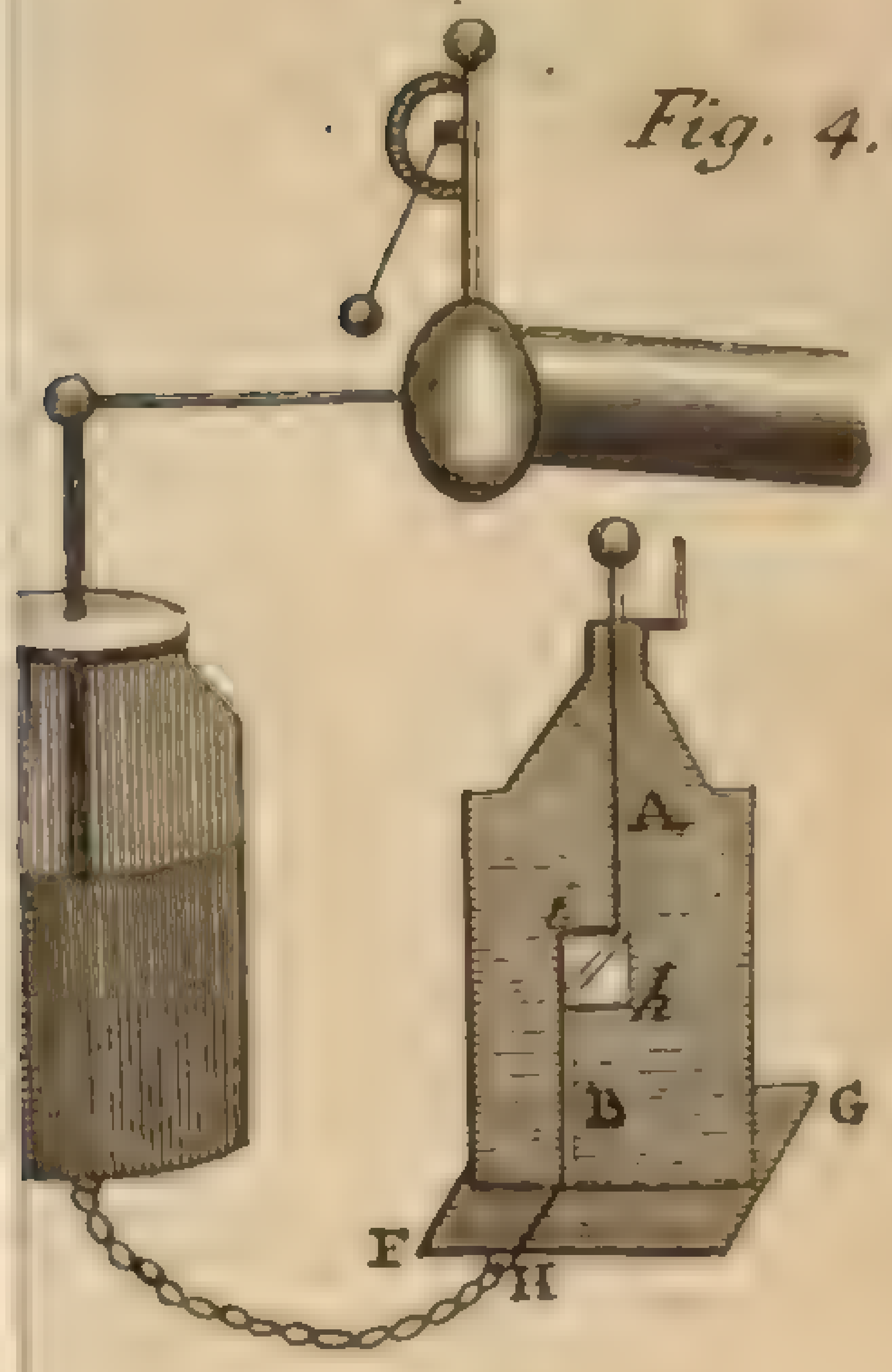
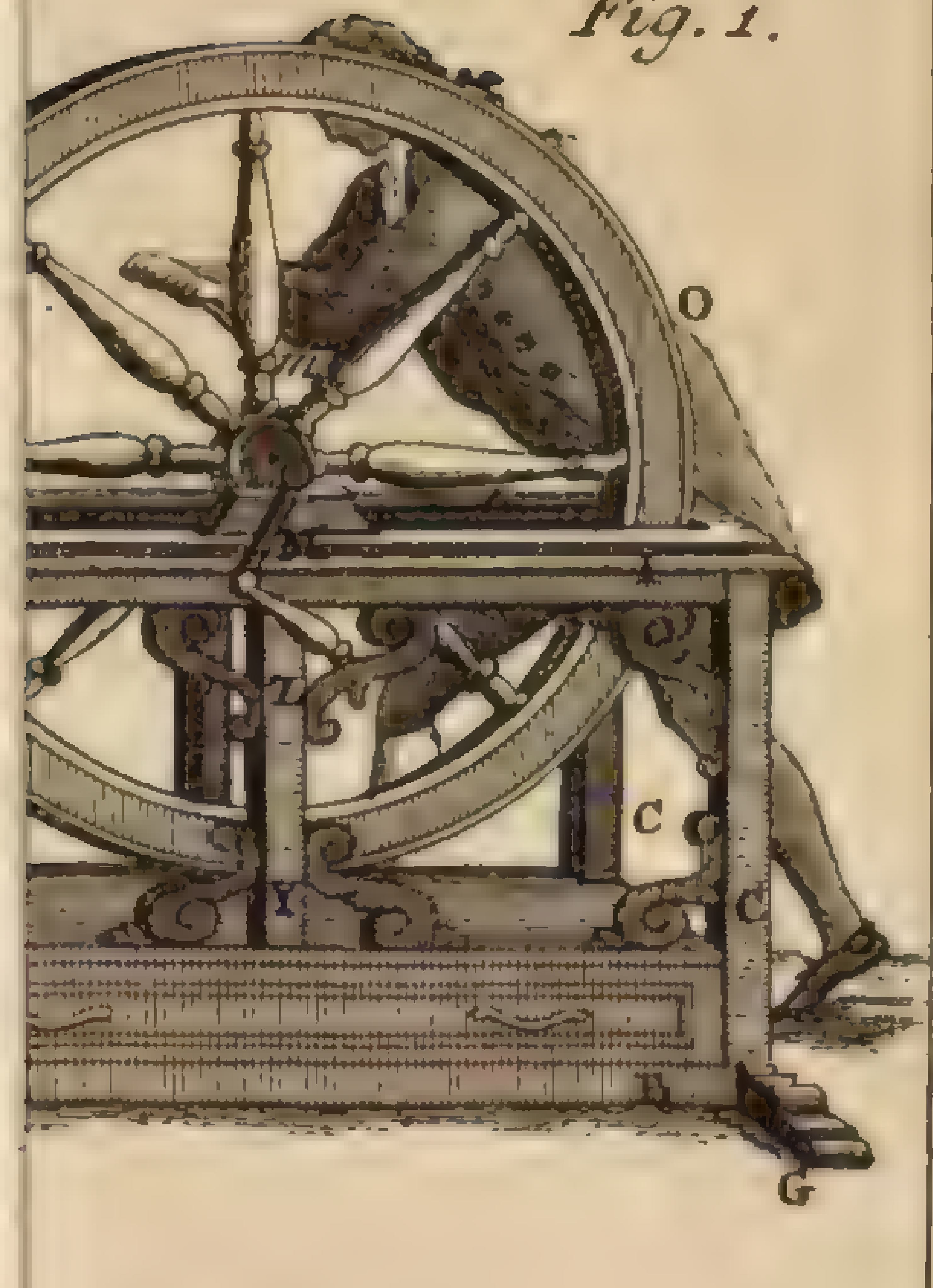
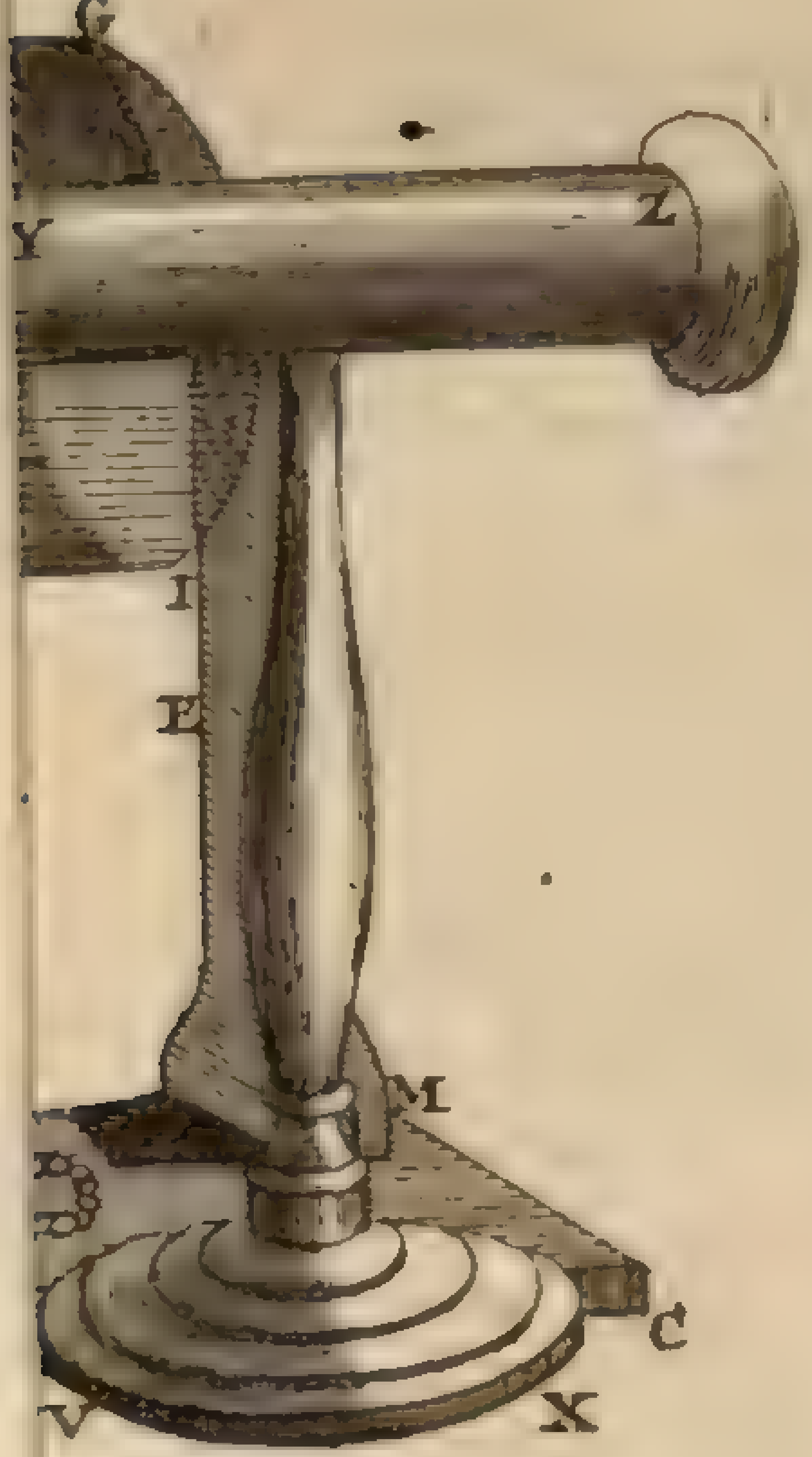
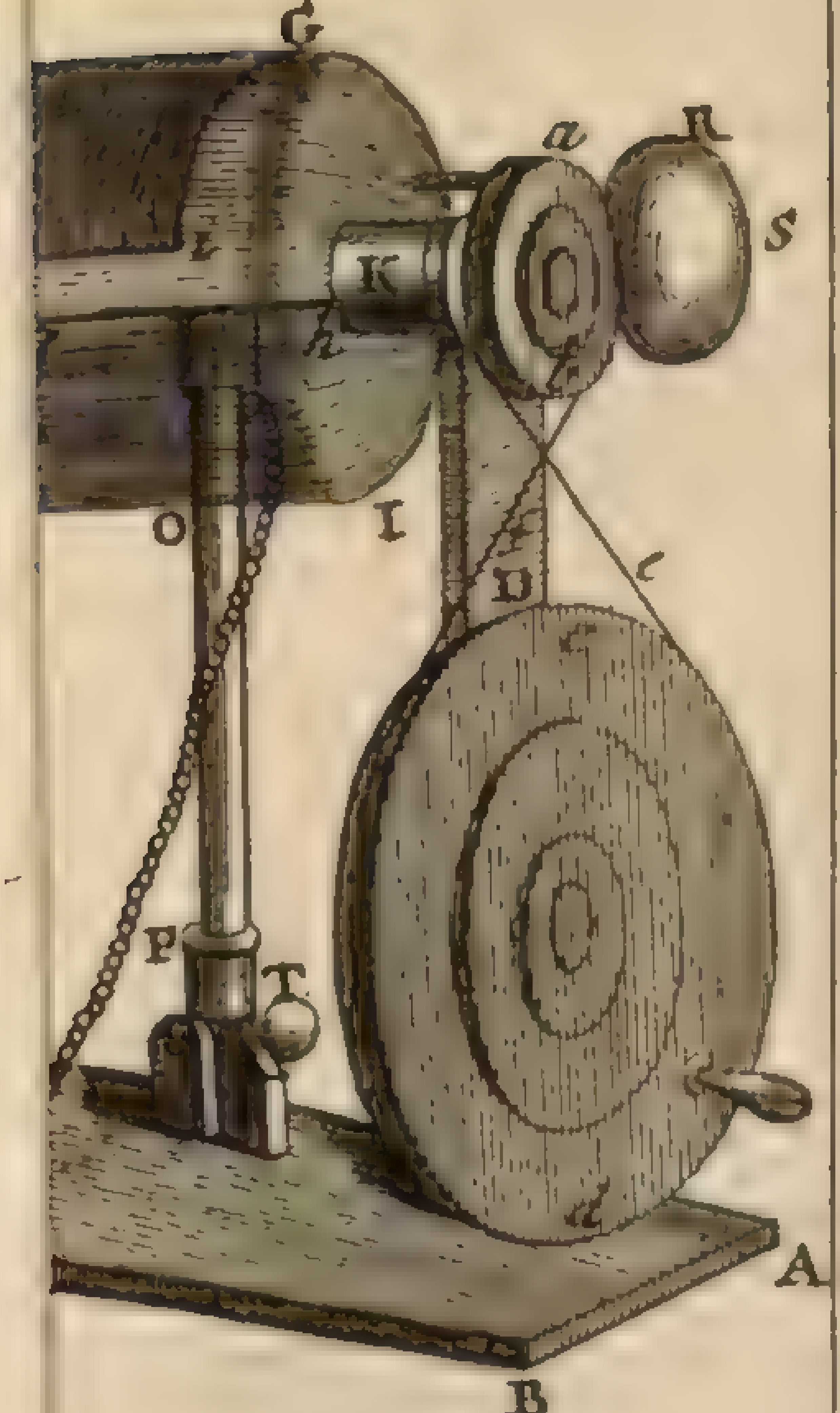


Fig. 1.



Tab. XVII.


G
Y
Z
I
E
M
C
V
X


G
a
R
S
K
h
O
I
D
P
T
A
B

Tab. XIX.

Tab. XX.

1 + 2 = 20000
Ja [illegible]

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Gregory, George / Kühn, Carl Gottlob, 1754-1840 / Michaelis, Christian Friedrich

Haushaltung der Natur

Bd.: Bd. 1 (1798)

Nürnberg 1798

Phys.g. 144-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131118-7
VD18 8009869X-001